Tamamı Çözümlü

AYT

YENİ BAŞLAYANLAR İÇİN

ADIM ADIM

# FİZİK

SORU KÜTÜPHANESİ

ÖZET BİLGİLER

ÇÖZÜMLÜ ÖRNEKLER

MODÜLER TESTLER

GENEL TEKRAR TESTLERİ

X100 SINAV UYUMLU

PRF YAYINLARI

Hedefine Paraf At

**AYT FİZİK SORU KÜTÜPHANESİ**

Bu kitabın tüm hakları Yanıt Yayıncılık'a aittir. Kitabın tamamının ya da bir kısmının elektronik, mekanik, fotokopi ya da herhangi bir kayıt sistemi ile çoğaltılması, yayımlanması ve depolanması yasaktır.

© Copyright Yanıt Yayıncılık

ISBN: 978-605-7984-94-4

YAYINA HAZIRLAYAN

Harun Tursun

YAYIN DANIŞMANI

Cihat B. Balı

DİZGİ - GRAFİK

PRF Yayınları Dizgi-Grafik Ekibi

İLETİŞİM BİLGİLERİ

PRF YAYINLARI

Merdivenköy Mah. Bora Sok. No: 1 Kat: 15 Nidakule, Göztepe / Kadıköy / İstanbul

Telefon: (0850) 480 40 94 – (0216) 354 38 39 Faks: (0216) 354 38 36

www.prfyayinlari.com / www.prfparaf.com

BASIM YERİ

WPC Matbaacılık

Osmangazi Mah. Mehmet Deniz Kopuz Cad.

No:17/1 34522 Kıraç - Esenyurt /İSTANBUL

Tel : 0212- 886 83 30

Faks : 0212- 886 83 60

# ÖNSÖZ

*Sevgili Öğrenciler,*

*Hedefinizdeki üniversiteye, bölüme girmek için ciddi bir emek harcıyorsunuz. Bu emeğinizin karşılığını almanız, biraz da nitelikli dokümanlara ulaşmanızla mümkündür. Hedefinize ulaşmak için kullanacağınız kitapların hem müfredatı eksiksiz biçimde taraması hem de nitelikli bir konu anlatımını ve nitelikli soruları içermesi gerekir. Bu kitap, size bunu vadediyor.*

*Kitap, konular üzerinde adım adım ilerleyip ilgili soruları çözmenizi, böylece dersin bütün konularını kavramanızı sağlayacak biçimde bölümlenmiştir. Kitaptaki sorular temeli zayıf öğrenciler düşünülerek en kolaydan zora doğru kademeli olarak sıralanmıştır.*

*Kitap, özellikle yeni başlayanlar için kısa, kolay anlaşılır bir konu anlatımını içermektedir. Böylece bilmediğiniz konuları yalın bir anlatımla öğrenebileceksiniz. Kitaptaki özet bilgiler hatırlatmalar yaparak konu bilginizi pekiştirmenizi, varsa eksiklerinizi gidermenizi de sağlayacaktır. Ayrıca konuların çerçevesini görerek neye, ne kadar çalışmanız gerektiğini de anlayacaksınız.*

*Konu anlatımının hemen arkasından gelen çözümlü örnek sorular, bilginizi daha da pekiştirmenize, soruların çözüm yollarını kavramanıza, öğrendiklerinizi hemen sınamanıza imkân verecektir.*

*Modüler testler, nitelikli ve orijinal sorularıyla öğrendiğiniz konuda kendinizi tartmanızı, bol soru çözerek hızlı soru çözme yeteneğinizin gelişmesini, farklı soru tipleriyle karşılaşmanızı sağlayacaktır.*

*Genel tekrar testleri, daha önce öğrendiğiniz konularla ilgili soru çözme ihtiyacınızı giderecek, böylece o konuları unutmadan yeni konuları öğrenmeye devam edebileceksiniz.*

*Kitapta bütün soruların çözümlü olması, hiçbir soruya takılmadan ilerlemenizi, soruların nasıl çözülmesi gerektiğini yakından görmenizi sağlayacaktır. Bu sayede, başkasına ihtiyaç duymadan yanlışlarınızı giderebilme olanağına kavuşacaksınız.*

*Elinizdeki kitap, planlı bir çalışmayla üniversite sınavına hazırlanmada en büyük yardımcılarınızdan biri olacaktır.*

*PRF YAYINLARI*

*Görüş ve Değerlendirmeleriniz için:*
*fizik@prfyayinlari.com*

PRF YAYINLARI

Hedefine Paraf At

# İÇİNDEKİLER

## ÜNİTE 1: KUVVET VE HAREKET


VEKTÖRLER VE KUVVETLER .......... 9
TORK VE DENGE .......... 17
KÜTLE VE AĞIRLIK MERKEZİ .......... 25
BASİT MAKİNELER .......... 35
BAĞIL HAREKET .......... 43
NEWTON'UN HAREKET YASALARI .......... 49
BİR BOYUTTA SABİT İVMELİ HAREKET .......... 55
İKİ BOYUTTA HAREKET .......... 69
ENERJİ VE HAREKET .......... 75
İTME VE MOMENTUM .......... 87
ÜNİTE TARAMA .......... 97
TESTLERİN ÇÖZÜMLERİ .......... 103


## ÜNİTE 2: ELEKTRİK VE MANYETİZMA


ELEKTRİKSEL KUVVET, ELEKTRİKSEL ALAN VE ELEKTRİKSEL POTANSİYEL .......... 161
DÜZGÜN ELEKTRİK ALAN VE SIĞA .......... 169
MANYETİZMA VE ELEKTROMANYETİK İNDÜKLENME .......... 181
ALTERNATİF AKIM VE TRANSFORMATÖRLER .......... 191
ÜNİTE TARAMA .......... 199
TESTLERİN ÇÖZÜMLERİ .......... 203


## ÜNİTE 3: ÇEMBERSEL HAREKET


DÜZGÜN ÇEMBERSEL HAREKET .......... 229
DÖNEREK ÖTELEME HAREKETİ .......... 237
AÇISAL MOMENTUM .......... 245
KÜTLE ÇEKİMİ VE KEPLER YASALARI .......... 251
ÜNİTE TARAMA .......... 257
TESTLERİN ÇÖZÜMLERİ .......... 261

# İÇİNDEKİLER

## ÜNİTE 4: BASİT HARMONİK HAREKET

BASİT HARMONİK HAREKET .......... 281
ÜNİTE TARAMA .......... 291
TESTLERİN ÇÖZÜMLERİ .......... 293

## ÜNİTE 5: DALGA MEKANİĞİ

DALGALARDA KIRINIM, GİRİŞİM VE DOPPLER OLAYI .......... 303
ELEKTROMANYETİK DALGALAR .......... 311
ÜNİTE TARAMA .......... 317
TESTLERİN ÇÖZÜMLERİ .......... 321

## ÜNİTE 6: ATOM FİZİĞİNE GİRİŞ VE RADYOAKTİVİTE

ATOM KAVRAMININ TARİHSEL GELİŞİMİ .......... 335
BÜYÜK PATLAMA VE EVRENİN OLUŞUMU, RADYOAKTİVİTE .......... 345
ÜNİTE TARAMA .......... 353
TESTLERİN ÇÖZÜMLERİ .......... 357

## ÜNİTE 7: MODERN FİZİK

ÖZEL GÖRELİLİK .......... 371
KUANTUM FİZİĞİNE GİRİŞ, FOTOELEKTRİK OLAY, COMPTON VE DE BROGLİE .......... 377
MODERN FİZİĞİN TEKNOLOJİDEKİ UYGULAMALARI .......... 389
ÜNİTE TARAMA .......... 397
TESTLERİN ÇÖZÜMLERİ .......... 401

GENEL TARAMA .......... 417
GENEL TARAMA ÇÖZÜMLERİ .......... 427

# ÜNİTE 1
# KUVVET VE HAREKET

PRF YAYINLARI

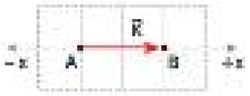
Hedefine Paraf At

## VEKTÖRLER

Sayı ve birimle beraber yön bilgisini de içeren büyüklüklere vektörel büyüklük denir. Vektörel büyüklüklerin gösteriminde yönlendirilmiş doğru parçaları kullanılır. Vektörel büyüklüklere kuvvet, hız, konum, yer değiştirme, ivme ve tork örnek olarak verilebilir.

### Vektörlerin Özellikleri

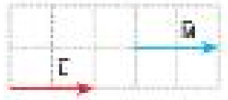
Her vektörün bir başlangıç noktası, bitiş noktası, büyüklüğü, doğrultusu ve yönü vardır.




- Vektörel büyüklükler harf üzerine ok konularak gösterilir. Şekildeki $\vec{K}$ vektörünün; başlangıç noktası A, bitiş noktası B, doğrultusu x, yönü A dan B ye, şiddeti 2 birimdir.
- Vektörlerin şiddeti $|\vec{K}|$ ya da K şeklinde gösterilir. $|\vec{K}| = K = 2$ birim

### İki Vektörün Eşitliği

İki vektörün birbirine eşit olabilmesi için yön ve şiddet niceliklerinin eşit olması gerekir. Şekildeki $\vec{L}$ ve $\vec{M}$ vektörleri için $\vec{L} = \vec{M}$ dir.

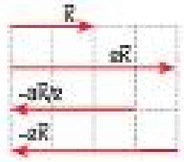



### Vektörün Negatifi (Tersi)

Yönleri zıt, büyüklükleri eşit olan vektörler birbirinin negatifi (tersi) dir. Şekilde verilen $\vec{R}$ ve $\vec{S}$ vektörleri için $\vec{R} = -\vec{S}$ ya da $\vec{S} = -\vec{R}$ dir.

### Vektörün Bir Skaler ile Çarpımı

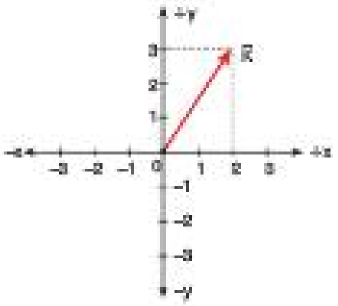
Bir vektör, pozitif sayıyla çarpıldığında vektörün büyüklüğü değişebilir, yönü ve doğrultusu değişmez. Negatif sayıyla çarpıldığında ise yönü değişir, doğrultusu değişmez, büyüklüğü ise değişebilir.



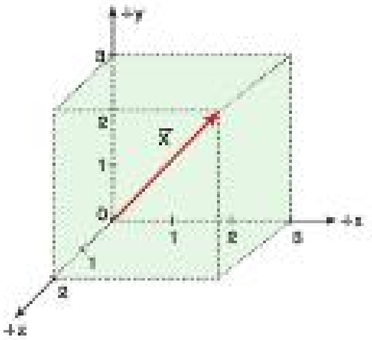

### Vektörel Büyüklüklerin Kartezyen Koordinat Sisteminde Gösterilmesi

Aynı düzlemde bulunan ve dik kesişen iki sayı doğrusunun oluşturduğu sisteme **kartezyen koordinat sistemi** ya da **dik koordinat sistemi** denir.

- İki boyutlu vektörler, dik koordinat sistemindeki (x, y) koordinatları kullanılarak gösterilebilir. Bir $\vec{K}$ vektörü $\vec{K}$ (x, y) biçiminde yazılabilir. Buna göre, başlangıç noktası orjin olan $\vec{K}$ (2, 3) vektörünün gösterimi şekildeki gibidir.




- Üç boyutlu vektörler, birbirine dik koordinat sistemindeki (x, y, z) koordinatları kullanılarak gösterilebilir. Bir $\vec{X}$ vektörü $\vec{X}$ (x, y, z) biçiminde yazılabilir. Buna göre, başlangıç noktası orjin olan $\vec{X}$ (3, 3, 2) vektörünün gösterimi şekildeki gibidir.




FRT Yayınları

## KUVVETLER

Duran bir cismi hareket ettiren, hareket halindeki bir cismi durduran, cisimlerde şekil değişikliği yapan veya bir nokta etrafında cismi döndürebilen etkiye kuvvet denir. Kuvvet vektörel bir büyüklüktür. $\vec{F}$ ile gösterilir. Birimi newtondur, dinamometre ile ölçülür.

### Kuvvetlerin Bileşkesinin Bulunması

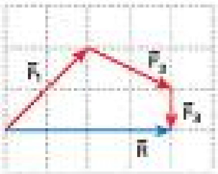
İki ya da daha fazla kuvvetin vektörel olarak toplanması ile elde edilen kuvvete, bileşke kuvvet denir. $\vec{R}$ ile gösterilir.

- Bileşke kuvvet üç yolla bulunur.
  - Uç uca ekleme metodu
  - Paralel kenar metodu
  - Bileşenlerine ayırma metodu

### Uç Uca Ekleme (Çokgen) Yöntemi

Bu metotda, kuvvetler yönü ve şiddetleri değiştirilmeden uç uca eklenir. İlk kuvvetin başlangıç noktası son kuvvetin bitiş noktasına birleştirilerek bileşke kuvvet bulunur. Kuvvetlerin eklenme sırasının önemi yoktur.

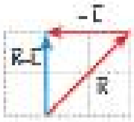
- Şekildeki $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$, $\vec{F}_3$ kuvvetlerinin toplamı uç uca ekleme yöntemine göre aşağıdaki gibi olur.




### Vektörlerde Çıkarma İşlemi

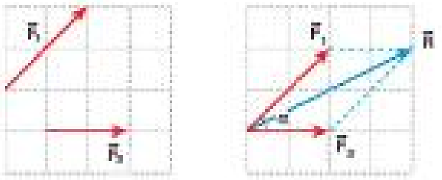
Çıkarma işlemi bir toplama işlemi olduğundan, $\vec{K} - \vec{L}$ ifadesi, $\vec{K} + (-\vec{L})$ biçiminde yazılabilir. Buna göre, çıkarılacak vektörün zıt yönlüsü bulunur ve bu vektör diğer vektörle toplanır.

- Şekildeki $\vec{K}$ ve $\vec{L}$ vektörleri ile $\vec{K} - \vec{L}$ işlemi aşağıdaki gibi yapılır.




### Paralelkenar Yöntemi

Bu yöntemde kuvvetlerin başlangıç noktaları birleştirilerek uçlarından çizilen paralellerle bir paralelkenar oluşturulur. Bu paralelkenarın köşegeni bileşke kuvveti verir. Buna göre, $\vec{F}_1$ ve $\vec{F}_2$ kuvvetlerinin paralelkenar yöntemiyle toplamı şekildeki gibidir.

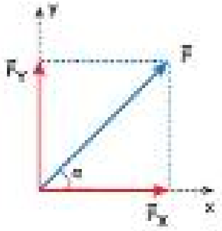



> $\vec{R}$ nin büyüklüğü aşağıdaki formülle bulunur.

$$R^2 = F_1^2 + F_2^2 + 2.F_1.F_2.\cos\alpha$$

### Bileşenlerine Ayırma Yöntemi

Bir kuvvet kendini oluşturan dik bileşenlere ayrılırken, kuvvetin ucundan x ve y eksenlerine paralel doğrular çizilerek kuvvetin bu eksenlerdeki bileşenleri şekildeki gibi bulunur.




$$F_X = F.\cos\alpha \quad \text{ve} \quad F_Y = F.\sin\alpha$$

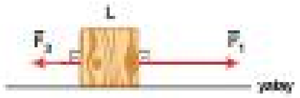
## Bileşkenin Bulunması ile İlgili Özel Durumlar

### Büyüklükleri Farklı İki Kuvvetin Bileşkesi

- Kuvvetler şekildeki gibi aynı yönlü ise, K cismine uygulanan $\vec{F}_1$ ve $\vec{F}_2$ kuvvetlerinin bileşkesinin büyüklüğü, kuvvetlerin büyüklükleri toplanarak bulunur. Bileşke maksimum değerini alır.

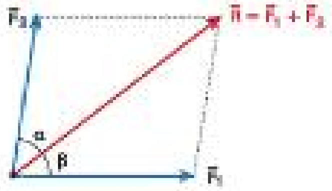
$R = F_1 + F_2$ dir.

- Kuvvetler şekildeki gibi zıt yönlü ise, L cismine uygulanan $\vec{F}_1$ ve $\vec{F}_2$ kuvvetlerinin bileşkesinin büyüklüğü, kuvvetlerin büyüklükleri farkı alınarak bulunur. Bileşke minimum değerini alır.




$R = F_1 - F_2$ dir.

- Kuvvetler arasında şekildeki gibi açı varsa;




> Bileşkenin şiddeti, kuvvetlerin şiddetleri toplamı ile şiddetleri farkı arasında bir değer alır.

$$F_1 + F_2 > R > F_1 - F_2$$

> Bileşke kuvvet büyük kuvvete daha yakındır.

$F_1 > F_2$ ise $\beta < \alpha$ dır.

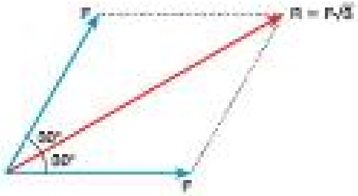
Fi Yayınları

**Not**

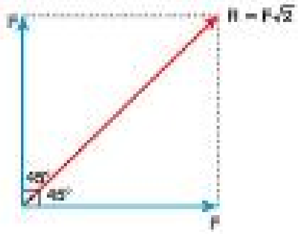
Başlangıçta durmakta olan cisimler, daima bileşke kuvvetin yönünde hareket ederler.

### Büyüklükleri Eşit İki Kuvvetin Bileşkesi

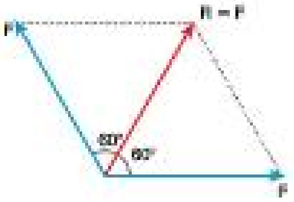
- Şiddetleri F olan şekildeki iki kuvvetin arasındaki açı 60° ise bileşke kuvvetin büyüklüğü $F\sqrt{3}$ dür.




- Şiddetleri F olan şekildeki iki kuvvetin arasındaki açı 90° ise bileşke kuvvetin büyüklüğü $F\sqrt{2}$ dir.




- Şiddetleri F olan şekildeki iki kuvvetin arasındaki açı 120° ise bileşke kuvvetin büyüklüğü F dir.




### Dengeleyici Kuvvet

Bir cisme etki eden kuvvetlerin bileşkesini sıfır yapan kuvvete **dengeleyici kuvvet** denir.

- $R'$ ile gösterilir. Büyüklüğü bileşke kuvvete eşit fakat zıt yönlüdür.

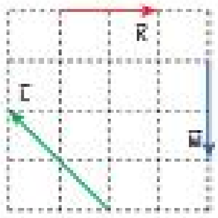
$$\vec{R'} = -\vec{R}$$

**Bilgi**

Bir cisme etki eden kuvvetlerin bileşkesi sıfır olduğunda cisim dengelenmiş olur. Dengelenmiş kuvvetlerin etkisindeki cisimler ya durgundur ya da sabit hızlı hareket ederler.

**Örnek - 1**

Aynı düzlemdeki $\vec{K}$, $\vec{L}$, $\vec{M}$ vektörleri şekildeki gibidir.




**Buna göre;**

I. $|\vec{K}| = |\vec{M}|$

II. $\vec{K} + \vec{M} = -\vec{L}$

III. $\vec{L} + \vec{M} = \vec{K}$

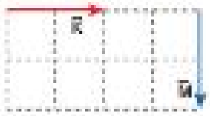
**eşitliklerinden hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II

D) I ve III E) I, II ve III

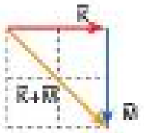
**Çözüm**

$\vec{K}$ ve $\vec{M}$ vektörlerinin şiddetleri (uzunlukları) birbirine eşit ve şekildeki gibi 2 birimdir. I. eşitlik doğru



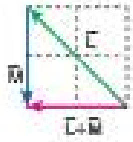

$\vec{K}$ ve $\vec{M}$ vektörleri şekildeki gibi uç uca eklenip toplandığında elde edilen vektör $\vec{L}$ vektörünün tersi olan vektöre eşit olur.

Buna göre, $\vec{K} + \vec{M} = -\vec{L}$ dir. II. eşitlik doğru




$\vec{L}$ ve $\vec{M}$ vektörleri şekildeki gibi uç uca eklenip toplandığında elde edilen vektör $\vec{K}$ vektörünün tersi olan $-\vec{K}$ vektörüne eşit olur.

Buna göre, $\vec{L} + \vec{M} = -\vec{K}$ dir. III. eşitlik yanlış

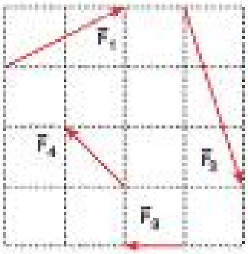



Cevap C

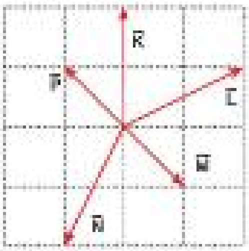
Fırat Yayınları

## Örnek - 2

Yatay ve sürtünmesiz bir düzlemde hareketsiz tutulan noktasal K cismine Şekil - I deki dört kuvvet etki ediyor.



Şekil - I



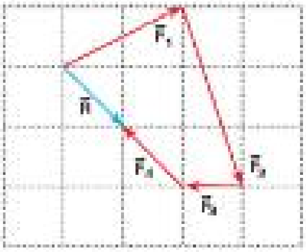
Şekil - II

**Buna göre, cisim serbest bırakıldığında hareketsiz kalması için, uygulanması gereken beşinci kuvvet Şekil - II de verilenlerden hangisidir?**

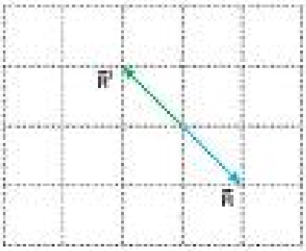
A) $\vec{K}$ B) $\vec{L}$ C) $\vec{M}$ D) $\vec{N}$ E) $\vec{P}$

## Çözüm

Cisme etkiyen dört kuvvetin bileşkesi şekildeki gibi $\vec{R}$ dir.




Cismin hareket etmemesi için uygulanması gereken dengeleyici kuvvet, bileşke kuvvete eşit ve zıt yönlüdür.

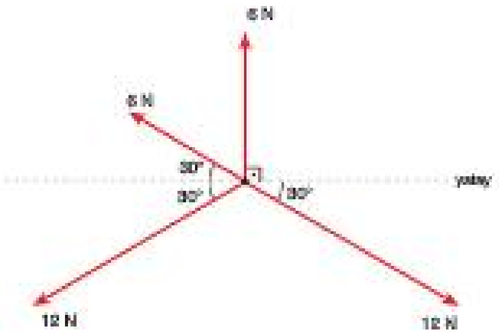



Bu durumda cismin hareket etmemesi için uygulanması gereken dengeleyici kuvvet $\vec{P}$ olur.

Cevap E

## Örnek - 3

Noktasal K cismine aynı düzlemdeki dört kuvvet şekildeki gibi etki ediyor.



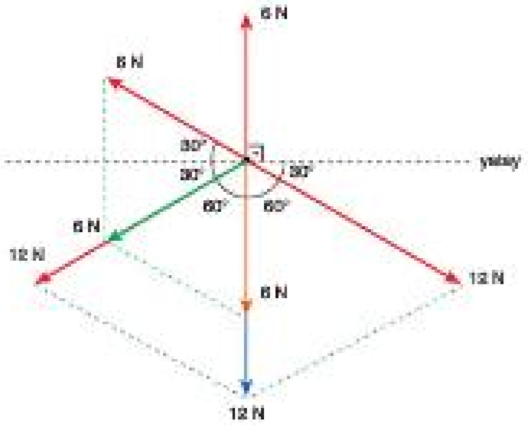

**Buna göre, bu kuvvetlerin bileşkesinin büyüklüğü kaç N dur?**

$(\sin 30° = \frac{1}{2};\ \cos 30° = \frac{\sqrt{3}}{2})$

A) 3 B) $3\sqrt{3}$ C) 6 D) $6\sqrt{3}$ E) 12

## Çözüm

Şekildeki gibi; 12 N luk iki kuvvetin arasındaki açı 120° olduğu için bileşkeleri de 12 N olur.



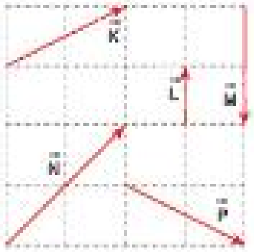

Bu kuvvet ile 6 N luk kuvvet zıt yönlü olduğu için birbirinden çıkarılır ve 6 N luk yeni bir bileşke bulunur.

Bulunan bu 6 N luk bileşke ile şekildeki diğer 6 N luk kuvvet arasındaki açı da 120° olduğu için bunların bileşkesi de şekildeki gibi 6 N olur.

Cevap C

Fen Yayınları

1. Aynı düzlemde bulunan $\vec{K}$, $\vec{L}$, $\vec{M}$, $\vec{N}$ ve $\vec{P}$ vektörleri şekildeki gibidir.




**Buna göre;**

I. $\vec{N} - \vec{L}$

II. $\vec{L} + \vec{P}$

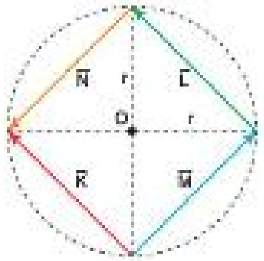
III. $\vec{P} - \vec{M}$

**işlemlerinin hangilerinden $\vec{K}$ vektörü elde edilir?**

A) I ve III B) I ve II C) II ve III

D) Yalnız I E) Yalnız II

2. O merkezli r yarıçaplı çember üzerinde bulunan $\vec{K}$, $\vec{L}$ ve $\vec{M}$ vektörleri şekildeki gibidir.

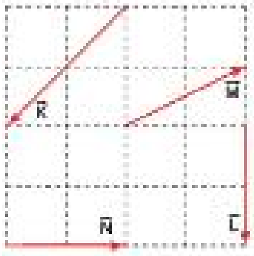



**Buna göre, $\vec{K} + \vec{L} + \vec{M} + \vec{N}$ vektörü aşağıdakilerden hangisidir?**

A) $2\vec{L}$ B) $\vec{K}$ C) $3\vec{K}$ D) $-2\vec{M}$ E) $3\vec{L}$

Fi*f Yayınları

3. Aynı düzlemdeki $\vec{K}$, $\vec{L}$, $\vec{M}$ ve $\vec{N}$ vektörleri şekildeki gibidir.




**Bu vektörlerle ilgili olarak;**

I. $\vec{K} + \vec{M} = \frac{\vec{L}}{2}$

II. $\vec{N} - \vec{L} = -\vec{K}$

III. $\vec{M} + \frac{\vec{L}}{2} = \vec{N}$

**eşitliklerinden hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve II E) I, II ve III

4. Yönleri zıt, büyüklükleri eşit olan vektörlere birbirinin negatifi yani tersi vektörler denir.

**Birbirinin negatifi olan iki vektör ile ilgili;**

I. Doğrultuları

II. Şiddetleri

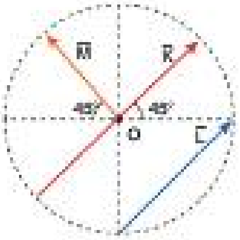
III. Yönleri

**özelliklerinden hangileri iki vektör için de aynıdır?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve II E) I ve III

**5.** O merkezli çembersel düzlem üzerine $\vec{K}$, $\vec{L}$ ve $\vec{M}$ vektörleri şekildeki gibi konulmuştur.




**Buna göre; $\vec{K}$, $\vec{L}$ ve $\vec{M}$ vektörleri için;**

I. $\vec{K} = 2\vec{L}$

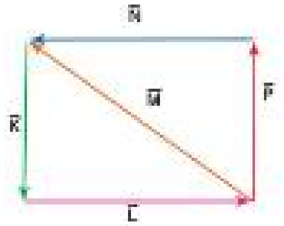
II. $|\vec{K}| = 2|\vec{M}|$

III. $|\vec{L}| = |\vec{M}|$

**eşitliklerinden hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) II ve III

**6.** Aynı düzlemde bulunan $\vec{K}$, $\vec{L}$, $\vec{M}$, $\vec{N}$, $\vec{P}$ vektörleri şekildeki gibi konulmuştur.




**Buna göre, bu vektörler için yazılan aşağıdaki eşitliklerden hangisi yanlıştır?**

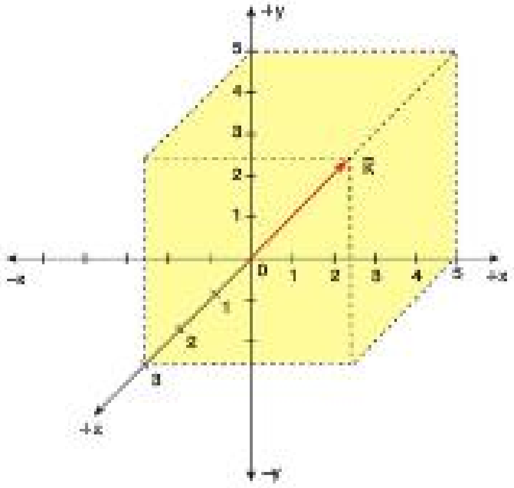
A) $\vec{K} + \vec{L} = -\vec{M}$ B) $\vec{K} + \vec{L} = \vec{N} + \vec{P}$

C) $\vec{L} + \vec{M} = \vec{N} + \vec{P} + \vec{L}$ D) $\vec{K} + \vec{L} + \vec{M} = 0$

E) $\vec{K} + \vec{L} + \vec{P} + \vec{N} = 0$

Fi/f Yayınları

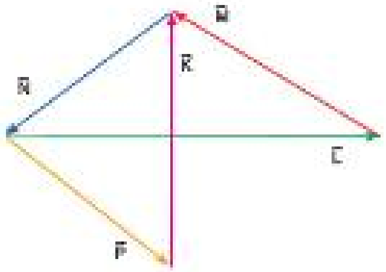
**7.** Üç boyutlu kartezyen koordinat sisteminde bulunan bir $\vec{K}$ vektörü şekildeki gibidir.




**Buna göre, $\vec{K}$ vektörünün koordinatları (x, y, z) nedir?**

A) (3, 4, 5) B) (5, 3, 5) C) (5, 5, 3) D) (3, 5, 5) E) (4, 5, 3)

**8.** Aynı düzlemde bulunan $\vec{K}$, $\vec{L}$, $\vec{M}$, $\vec{N}$ ve $\vec{P}$ vektörleri şekildeki gibidir.

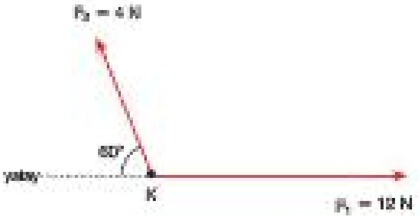



**Buna göre; $\vec{K} + \vec{L} + \vec{M} + \vec{N} + \vec{P}$ vektörlerinin toplamı aşağıdakilerden hangisine eşittir?**

A) $\vec{P}$ B) $-\vec{N}$ C) $\vec{N}$ D) $-3\vec{N}$ E) $2\vec{M}$

Test - 1 1-A 2-A 3-E 4-D 5-B 6-B 7-C 8-B

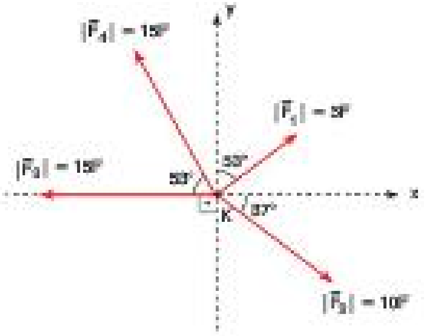
1. Sürtünmesiz yatay düzlemde durmakta olan noktasal K cismine $F_1 = 12$ N, $F_2 = 4$ N büyüklüğündeki iki kuvvet şekildeki gibi uygulanıyor.




**Buna göre, K cismini harekete geçirecek bileşke kuvvetin büyüklüğü kaç N dur?**
($\cos 60° = 0,5$)

A) $2\sqrt{7}$ B) $4\sqrt{7}$ C) $6\sqrt{7}$ D) $8\sqrt{7}$ E) $12\sqrt{7}$

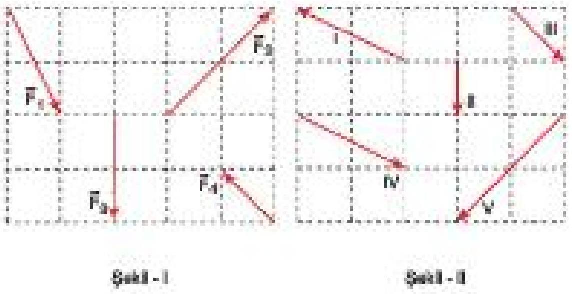
2. Sürtünmesiz yatay düzlemdeki noktasal K cismine aynı düzlemde uygulanan kuvvetler şekildeki gibidir.




**Buna göre, bu kuvvetlerin bileşkesinin büyüklüğü kaç F dir?**
($\sin 37° = 0,6$ ; $\sin 53° = 0,8$)

A) $9\sqrt{2}$ B) 10 C) $12\sqrt{2}$ D) 15 E) 20

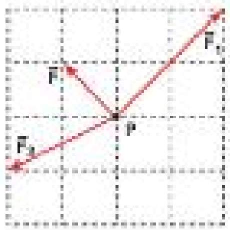
3. Aynı düzlemde bulunan $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$, $\vec{F}_3$, $\vec{F}_4$ kuvvetleri Şekil - I deki gibidir.



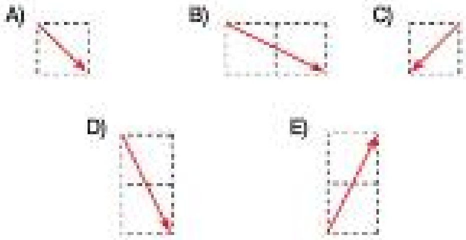

**Buna göre, bu kuvvetlerin dengeleyeni olan $\vec{F}_5$ kuvveti Şekil - II de verilenlerden hangisidir?**

A) I B) II C) III D) IV E) V

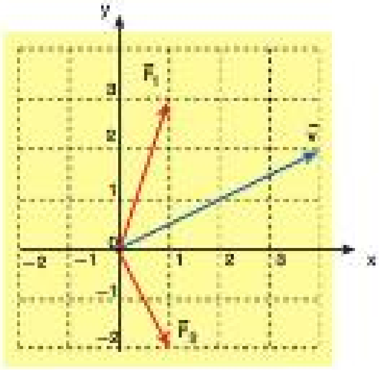
4. Yatay düzlemdeki P cismine şekildeki gibi uygulanan aynı düzlemdeki $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$, $\vec{F}_3$ kuvvetleri ile bunların dengeleyeni olan $\vec{F}$ kuvveti şekildeki gibidir.




**Buna göre, $\vec{F}_2$ kuvveti aşağıdakilerden hangisidir?**
(Sürtünmeler önemsiz)



**5.** Koordinat sisteminin merkezinde bulunan noktasal bir parçacık, sürtünmesiz yatay bir yüzeyde şekildeki gibi $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$, $\vec{F}_3$ kuvvetlerinin etkisinde $\vec{v}$ sabit hızı ile gösterilen doğrultuda hareket etmektedir.




**Buna göre; $\vec{F}_3$ kuvvetinin bitiş noktasının koordinatı (x,y) aşağıdakilerden hangisidir?**

A) (2, 1) B) (1, 1) C) (1, –1) D) (–2, 1) E) (–2, –1)

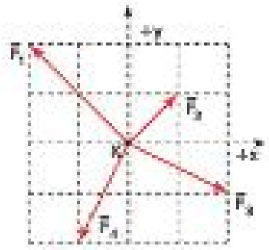
**6.** Aynı düzlemde bulunan ve yönleri bilinmeyen üç kuvvetin büyüklüğü 4 N, 8 N ve 10 N dur.

**Buna göre, bu üç kuvvet ile elde edilebilecek bileşke kuvvetin büyüklüğü en az kaç N olabilir?**

A) 0 B) 1 C) 2 D) 3 E) 4

Fır Yayınları

**7.** Sürtünmesiz yatay zeminde durmakta olan K noktasal cismine aynı düzlemde bulunan $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$, $\vec{F}_3$ ve $\vec{F}_4$ kuvvetleri şekildeki gibi uygulanmaktadır.




**Buna göre;**

I. $\vec{F}_1$ ile $\vec{F}_3$

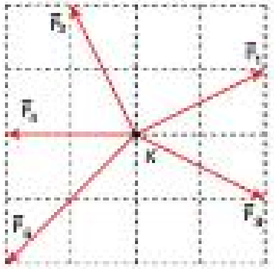
II. $\vec{F}_2$ ile $F_4$

III. $\vec{F}_2$ ile $\vec{F}_3$

**kuvvet çiftlerinden hangileri K cismini +y yönünde hareket ettirir?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II D) I ve III E) II ve III

**8.** Sürtünmesiz yatay düzlemde durmakta olan noktasal K cismine aynı düzlemdeki $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$, $\vec{F}_3$, $\vec{F}_4$ ve $\vec{F}_5$ kuvvetleri şekildeki gibi etkiyor.




**Buna göre; bir süre sonra, kuvvetlerden hangisi kaldırılırsa cismin hareket doğrultusu değişmez?**

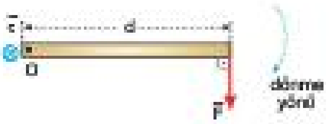
A) $\vec{F}_1$ B) $\vec{F}_2$ C) $\vec{F}_3$ D) $\vec{F}_4$ E) $\vec{F}_5$

Test - 2 1-B 2-D 3-A 4-D 5-E 6-A 7-A 8-D

# TORK VE DENGE

## TORK

Bir kuvvetin, döndürme etkisine **tork** denir. Tork vektörel bir büyüklüktür. $\vec{\tau}$ sembolü ile gösterilir. Birimi N.m dir.




- Şekildeki gibi O noktası etrafında dönebilen d uzunluklu bir çubuğa etkiyen dik $\vec{F}$ kuvvetinin O noktasına göre torku aşağıdaki gibi hesaplanır.

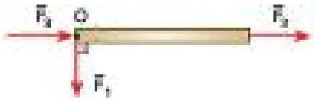
$$\vec{\tau} = \vec{d} \times \vec{F}$$

  - Tork vektörünün yönü sağ el kuralına göre bulunur. Sağ elin dört parmağı dönme yönünü gösterecek biçimde, dönme noktası kavrandığında, açılan baş parmak, tork vektörünün yönünü gösterir. Buna göre, şekildeki O noktasına etki eden torkun yönü, sayfa düzleminden içeriye (⊗) doğrudur.

**Dikkat**

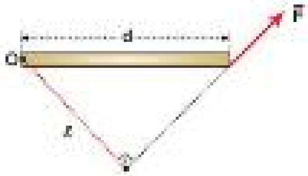
Dönme yönü ile tork vektörünün yönünün birbirinden farklı kavramlar olduğuna dikkat ediniz.

- Kuvvetin doğrultusu dönme noktasından geçiyorsa, tork etkisi sıfır olur. Şekildeki kuvvetlerin üçünün de O noktasına göre torku sıfırdır.



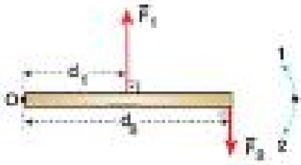

- Kuvvet, bir çubuğa dik olarak uygulanmıyorsa, kuvvetin dönme noktasına göre torku iki yolla hesaplanabilir.

  - $\vec{F}$ kuvveti şekildeki gibi dik bileşenlerine ayrıldığında, $\vec{F}_x$ in doğrultusu O noktasından geçtiği için tork oluşturmaz. $\vec{F}_y$ çubuğa dik olarak etkidiği için tork oluşturur. $\tau = F \sin\alpha . d$
  - $\vec{F}$ kuvvetinin doğrultusu çizilip dönme noktasından bu doğrultuya dik inilir. $\ell$ uzunluğu $\vec{F}$ kuvvetinin dik uzaklığıdır. $\tau = F.\ell$




### Bileşke Tork

Birden fazla kuvvetin bir noktaya göre toplam torkuna **bileşke (toplam) tork** denir. Bileşke tork sıfırsa cisim dönmez. Sıfır değilse, cisim döner.




- Sürtünmelerin ve çubuğun kütlesinin ihmal edildiği düzenekte O noktası etrafında dönen çubuğa $\vec{F}_1$ ve $\vec{F}_2$ kuvvetleri şekildeki gibi uygulandığında, $\vec{F}_1$ in torkunun büyüklüğü $\tau_1 = F_1.d_1$, $\vec{F}_2$ in torkunun büyüklüğü $\tau_2 = F_2 . d_2$ olur.
  - $\tau_1 = \tau_2$ ise çubuk dönmez.
  - $\tau_1 > \tau_2$ ise çubuk 1 yönünde döner.
  - $\tau_1 < \tau_2$ ise çubuk 2 yönünde döner.

## DENGE

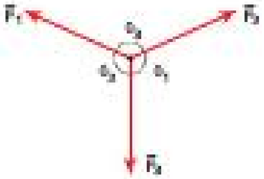
### Cisimlerin Denge Durumu

Cisimlerin dengede kalabilmeleri için dengenin iki şartının sağlamaları gerekir. Bu şartlar;

- Cisme etkiyen bileşke kuvvet sıfır olmalıdır. $\vec{R} = 0$
- Cisme etkiyen kuvvetlerin cisim üzerindeki herhangi bir noktaya göre toplam torku sıfır olmalıdır. $\vec{\tau} = 0$

### Kesişen Kuvvetlerin Dengesi

Bir cisim şekildeki gibi etki eden üç kuvvetin etkisinde dengede ise,



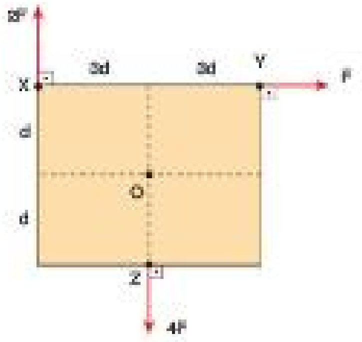
- Üç kuvvetin vektörel toplamı sıfırdır. $F_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = 0$
- Bu üç kuvvetten herhangi iki kuvvetin bileşkesi üçüncü kuvvete eşit ve zıt yöndedir. $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 = -\vec{F}_3$ , $\vec{F}_1 + \vec{F}_3 = -\vec{F}_2$ , $\vec{F}_2 + \vec{F}_3 = -\vec{F}_1$
- Küçük açı karşısındaki kuvvet büyük, büyük açı karşısındaki kuvvet küçüktür. $\theta_1 > \theta_2 > \theta_3$ ise $F_3 > F_2 > F_1$
- Kuvvetler ile açılar arasındaki ilişki Lami teoremi ile açıklanır.

$$\frac{F_1}{\sin\theta_1} = \frac{F_2}{\sin\theta_2} = \frac{F_3}{\sin\theta_3}$$

Fir Yayınları

## Örnek - 1

Sürtünmesiz yatay düzlemde O noktası etrafında dönebilecek şekilde mile geçirilmiş dikdörtgen levhanın X, Y, Z noktalarına sırasıyla 2F, F, 4F büyüklüğündeki kuvvetler şekildeki gibi etkimektedir.




**O noktasına göre bu kuvvetlerin torklarının büyüklükleri $\tau_X$, $\tau_Y$, $\tau_Z$ olduğuna göre, bunlar arasındaki ilişki nedir?**

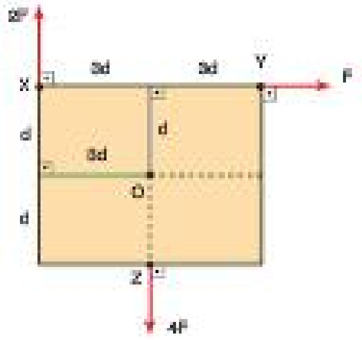
A) $\tau_Z < \tau_Y < \tau_X$ B) $\tau_Z < \tau_X < \tau_Y$

C) $\tau_Y < \tau_X < \tau_Z$ D) $\tau_Z = \tau_Y < \tau_X$

E) $\tau_X = \tau_Y < \tau_Z$

## Çözüm

Kuvvetlerin doğrultusu ile O noktası arasındaki dik uzaklıklar şekildeki gibi çizilebilir.




X noktasına uygulanan kuvvetin dik uzaklığı 3d, Y noktasına uygulanan kuvvetin dik uzaklığı d, Z noktasına uygulanan kuvvetin dik uzaklığı ise sıfırdır.

Buna göre kuvvetlerin tork büyüklükleri,

$\tau_X = 2F.3d = 6F.d$

$\tau_Y = F.d$

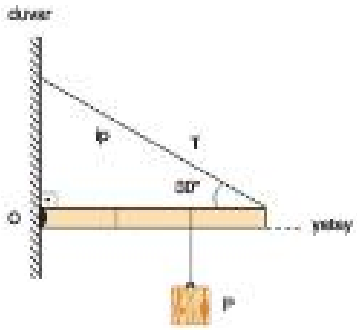
$\tau_Z = 4F.0 = 0$ bulunur.

Bu durumda, $\tau_Z < \tau_Y < \tau_X$ tir.

Cevap A

## Örnek - 2

Düşey duvara O noktasından menteşelenmiş kütlesi önemsiz eşit bölmeli düzgün bir çubuk, ip ve üzerine asılı P ağırlıklı cisim ile şekildeki gibi yatay dengededir.

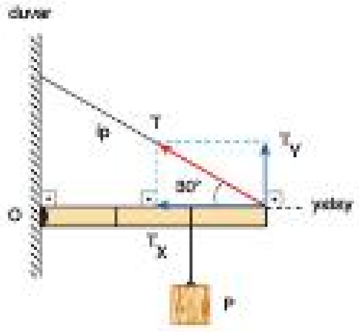



**İpte oluşan gerilme kuvvetinin büyüklüğü T olduğuna göre, T kaç P dir?**
$(\sin 30° = \frac{1}{2})$

A) $\frac{1}{3}$ B) $\frac{1}{2}$ C) $\frac{2}{3}$ D) $\frac{3}{4}$ E) $\frac{4}{3}$

## Çözüm

Çubuk dengede olduğu için O noktasına göre T ve P nin torklarının büyüklükleri birbirine eşit olmalıdır.




T gerilme kuvveti şekildeki gibi dik bileşenlerine ayrıldığında $T_X$ in doğrultusu O noktasından geçtiği için torku sıfırdır.

$T_Y$ nin ise çubuğa dik etkidiği için O noktasına göre torku vardır.

$T_Y = T.\sin 30° = \frac{T}{2}$ olur

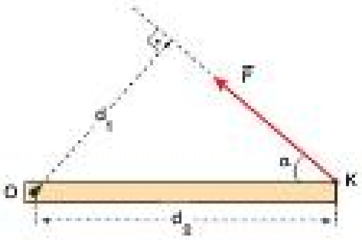
Buna göre, çubuğun her bir bölmesine 1 birim uzunluk denilerek, O noktasına göre tork yazılırsa,

$T_Y.3 = P.2 \Rightarrow \frac{T}{2}.3 = P.2$

$T = \frac{4P}{3}$ bulunur.

Cevap E

**1.** O noktası etrafında dönebilen bir çubuğun K noktasından şekildeki gibi $\vec{F}$ kuvveti uygulanıyor.

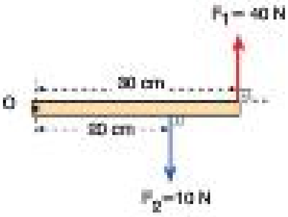



**$\vec{F}$ kuvvetinin O noktasına göre torkunun büyüklüğünün hesaplanabilmesi için, $\vec{F}$ kuvvetinin şiddeti ile beraber $d_1$, $d_2$, α niceliklerinden hangisinin bilinmesi yeterlidir?**

A) Yalnız $d_1$ B) Yalnız $d_2$ C) Yalnız α

D) II ve III E) I, II ve III

**2.** Sayfa düzleminde bulunan ve O noktası etrafında serbestçe dönebilen düzgün çubuğa $F_1$ = 40 N ve $F_2$ = 10 N büyüklüğündeki kuvvetler şekildeki gibi uygulanıyor.




**Çubuğun boyu 30 cm olduğuna göre ; kuvvetlerin O noktasına göre toplam torkunun yönü ve büyüklüğü nedir?**

A) Sayfa düzlemine dik dışarı doğru, 14 Nm

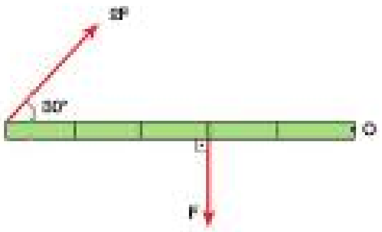
B) Sayfa düzlemine dik içeri doğru, 10 Nm

C) Sayfa düzlemine dik dışarı doğru, 12 Nm

D) Sayfa düzlemine dik dışarı doğru, 10 Nm

E) Saatin dönüş yönüne zıt yönde, 12 Nm

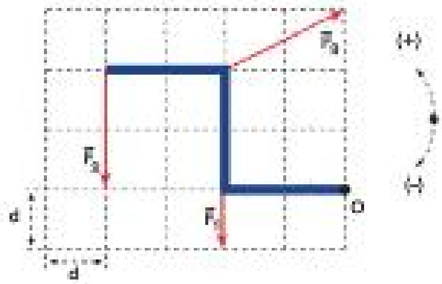
**3.** Sürtünmesiz yatay düzlemde O noktası etrafında serbestçe dönebilecek biçimde mile geçirilmiş eşit bölmeli düzgün çubuğa, aynı düzlemdeki 2F ve F büyüklüğünde iki kuvvet şekildeki gibi uygulanıyor.




**F kuvvetinin O noktasına göre torkunun büyüklüğü τ olduğuna göre, toplam torkun büyüklüğü kaç τ dur?**
(sin30° = 0,5)

A) 3 B) $\frac{5}{2}$ C) $\frac{7}{2}$ D) $\frac{3}{2}$ E) 5

**4.** Eşit bölmeli sürtünmesiz yatay düzlemde, O noktası etrafında dönebilen çubuğa $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$, $\vec{F}_3$ kuvvetleri şekildeki gibi etkimektedir.

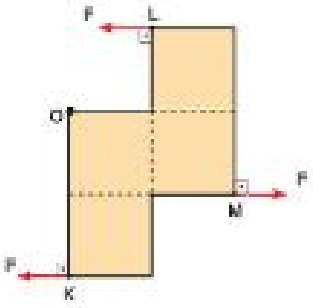



**$\vec{F}_1$ kuvvetinin şiddeti F olduğuna göre; çubuk kaç F.d lik torkla hangi yönde döner?**

A) 4F.d (–) B) 2F.d (–) C) 4F.d (+)

D) 8F.d (+) E) 12F.d (+)

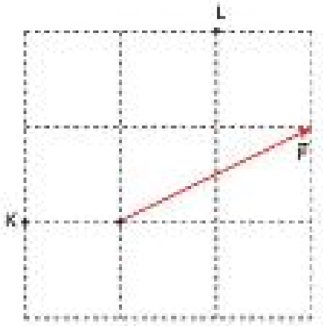
**5.** Yatay düzlemde O noktası etrafında serbestçe dönebilecek şekilde mile geçirilmiş olan eşit kare bölmeli levhaya F büyüklüğündeki kuvvetler şekildeki gibi K, L, M noktalarından etkiyor.




**Buna göre; kuvvetlerin O noktasına göre torklarının büyüklükleri $\tau_K$, $\tau_L$, $\tau_M$ arasındaki ilişki nedir?**

A) $\tau_K > \tau_L > \tau_M$
B) $\tau_K > \tau_L = \tau_M$
C) $\tau_K = \tau_L > \tau_M$
D) $\tau_K = \tau_M > \tau_L$
E) $\tau_K = \tau_L = \tau_M$

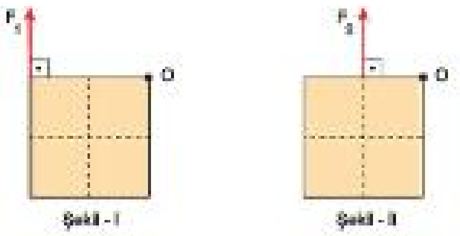
**6.** Eşit kare bölmeli düzlemde, şekildeki gibi O noktasına etkiyen $\vec{F}$ kuvvetinin, K ve L noktalarına göre torkunun büyüklüğü $\tau_K$ ve $\tau_L$ dir.




**Buna göre; $\frac{\tau_K}{\tau_L}$ oranı kaçtır?**

A) $\frac{1}{5}$  B) $\frac{1}{4}$  C) $\frac{1}{3}$  D) $\frac{1}{2}$  E) $\frac{2}{3}$

**7.** Düşey düzlemde O noktasından menteşelenmiş türdeş kare levhanın Şekil - I ve Şekil - II deki gibi aynı konumda dengede kalmasını sağlayan kuvvetlerin büyüklükleri $F_1$, $F_2$; bu kuvvetlerin O noktasına göre torklarının büyüklükleri $\tau_1$, $\tau_2$ dir.

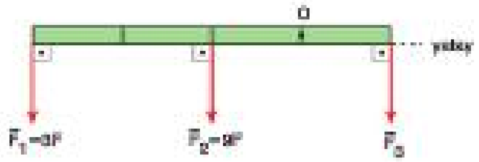



**Buna göre; $F_1$, $F_2$ ve $\tau_1$, $\tau_2$ arasındaki ilişki nedir?**

A) $F_1 = F_2$ $\tau_1 = \tau_2$
B) $F_1 > F_2$ $\tau_1 = \tau_2$
C) $F_2 > F_1$ $\tau_1 = \tau_2$
D) $F_2 > F_1$ $\tau_2 > \tau_1$
E) $F_1 = F_2$ $\tau_1 > \tau_2$

Prf Yayınları

**8.** Sürtünmesiz yatay düzlemde, O noktası etrafında serbestçe dönebilecek şekilde mile geçirilmiş eşit bölmeli çubuk, şekildeki gibi uygulanan $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$, $\vec{F}_3$ kuvvetlerinin etkisinde hareketsiz durmaktadır.

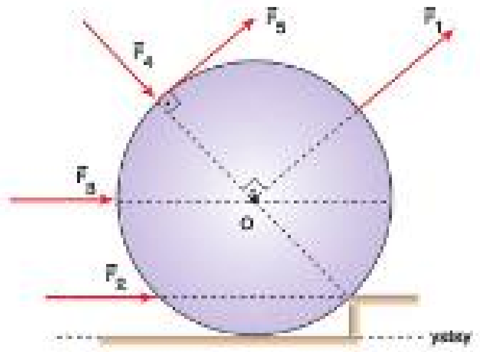



**$\vec{F}_1$ kuvvetinin O noktasına göre torku $\vec{\tau}$ olduğuna göre; $\vec{F}_3$ kuvvetinin torku nedir?**

A) $-\vec{\tau}$
B) $-2\vec{\tau}$
C) $2\vec{\tau}$
D) $3\vec{\tau}$
E) $-6\vec{\tau}$

Test - 3 1-A 2-D 3-D 4-C 5-B 6-C 7-C 8-B

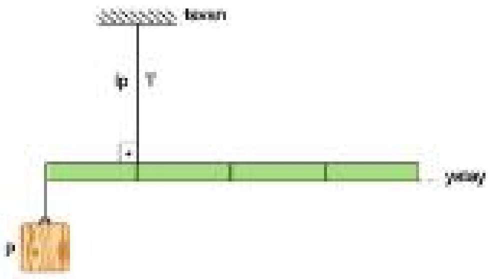
**1.** O merkezli türdeş küre, şekildeki gibi küreye ayrı ayrı uygulanan $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$, $\vec{F}_3$, $\vec{F}_4$, $\vec{F}_5$ kuvvetleri ile basamaktan çıkarılmak isteniyor.




**Buna göre, küreyi basamaktan çıkarabilecek en küçük kuvvet $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$, $\vec{F}_3$, $\vec{F}_4$, $\vec{F}_5$ ten hangisidir?**

A) $\vec{F}_1$ B) $\vec{F}_2$ C) $\vec{F}_3$ D) $\vec{F}_4$ E) $\vec{F}_5$

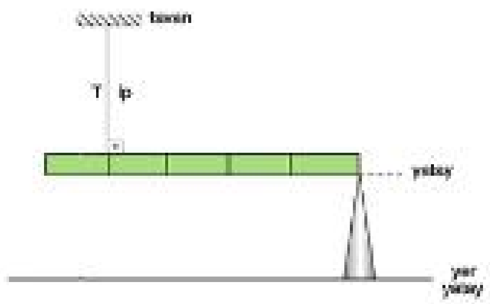
**2.** Şekildeki eşit bölmeli, G ağırlıklı düzgün türdeş çubuk düşey düzlemde P ağırlıklı blok ve ip ile yatay dengede durmaktadır.




**Buna göre; G, P ve T arasındaki ilişki nedir?**

A) G = P = T B) T > P = G
C) G > P = T D) T > G > P
E) T > P > G

**3.** Eşit bölmeli P ağırlıklı türdeş çubuk,şekildeki konumda ip ve destek ile yatay dengede durmaktadır.




**İpteki gerilme kuvvetinin büyüklüğü T olduğuna göre, $\frac{P}{T}$ oranı kaçtır?**

A) $\frac{8}{5}$ B) $\frac{6}{5}$ C) $\frac{5}{3}$ D) 2 E) $\frac{5}{2}$

**4.** Eşit bölmeli türdeş bir çubuk, K ve L destekleri üzerinde Şekil - I deki gibi yatay dengede iken desteklerden çubuğa etkiyen tepki kuvvetlerinin büyüklükleri $N_K$ ve $N_L$ dir.

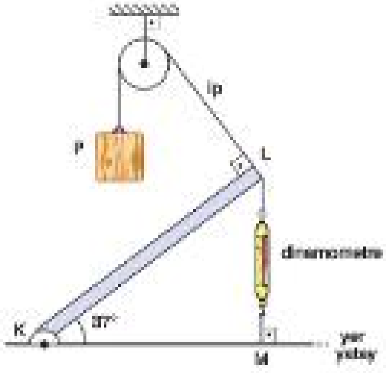
Şekil - I Şekil - II

**Buna göre, çubuk Şekil - II deki duruma getirilip dengelendiğinde $N_K$ ve $N_L$ için ne söylenebilir?**

| | $N_K$ | $N_L$ |
|---|---|---|
| A) | Değişmez | Değişmez |
| B) | Artar | Değişmez |
| C) | Artar | Azalır |
| D) | Artar | Artar |
| E) | Azalır | Artar |

Prf Yayınları

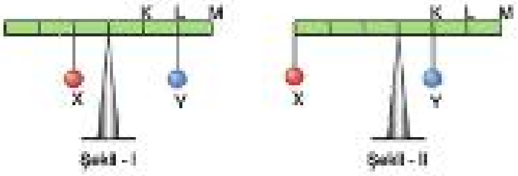
**5.** K noktasından menteşeli kütlesi önemsiz düzgün, türdeş KL çubuğu, P ağırlıklı yük ve iplerle şekildeki gibi dengedeyken M noktasından yere bağlı dinamometre 100 N değerini göstermektedir.




**Buna göre; yükün ağırlığı P kaç N dur?**
($\cos 37° = 0{,}8$)

A) 40 B) 60 C) 80 D) 100 E) 120

**7.** Eşit bölmeli, düzgün türdeş bir çubuğa X, Y cismi Şekil-I deki gibi asıldığında çubuk yatay dengede kalıyor.




**X, Y cisimlerinin yerleri Şekil-II deki gibi değiştirildiğinde yatay dengenin bozulmaması için,**

I. K ye bir tane, L ye üç tane daha Y cismi asmak.

II. L ye bir tane X, K ye bir tane daha Y cismi asmak.

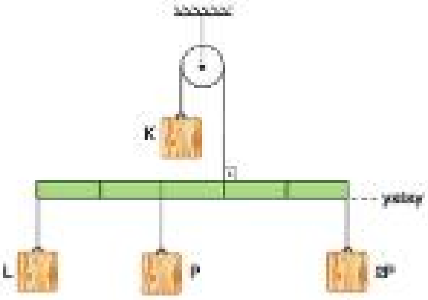
III. L ve M ye birer tane daha Y cismi asmak.

**işlemlerinden hangileri tek başına yapılabilir?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III

Fi Yayınları

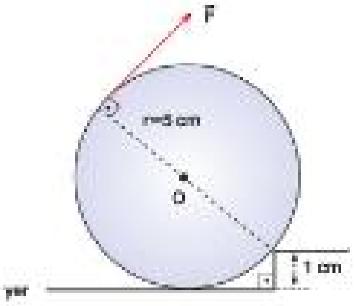
**6.** Kütlesi önemsiz, eşit bölmeli düzgün çubuk, üzerine asılan K, L yükleri ve P, 2P ağırlıklı yüklerle şekildeki gibi yatay dengededir.




**Buna göre; K, L yüklerinin ağırlıkları oranı, $\frac{P_K}{P_L}$ kaçtır?**

A) $\frac{4}{3}$ B) $\frac{5}{3}$ C) 2 D) 3 E) 4

**8.** Şekildeki türdeş kürenin yarıçapı 5 cm ağırlığı ise 60 N dur.

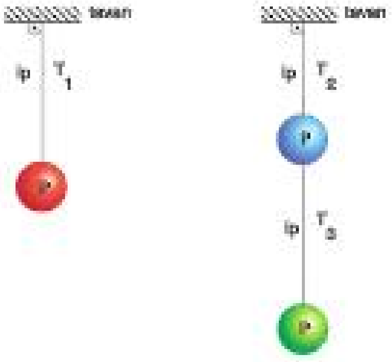



**Buna göre, küreyi 1 cm yüksekliğindeki basamaktan çıkarabilmek için uygulanan $\vec{F}$ kuvvetinin en küçük değeri kaç N dur?**

A) 10 B) 15 C) 20 D) 25 E) 30

Test - 4 1-E 2-B 3-A 4-C 5-C 6-E 7-D 8-B

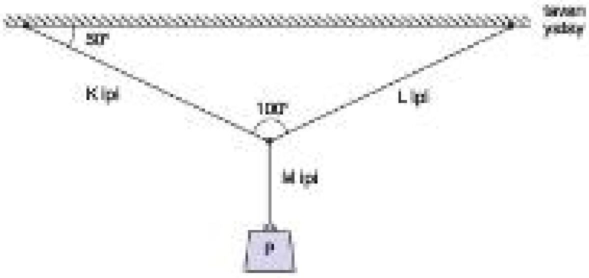
**1.** P ağırlıklı özdeş bilyeler, şekildeki gibi düşey düzlemde iplerle tavana asılarak dengede durmaktadırlar.




**Buna göre, iplerde oluşan gerilme kuvvetlerinin büyüklükleri $T_1$, $T_2$, $T_3$ arasındaki ilişki nedir?**

A) $T_1 = T_2 = T_3$
B) $T_1 = T_3 < T_2$
C) $T_3 = T_2 < T_1$
D) $T_2 < T_3 = T_1$
E) $T_1 < T_3 < T_2$

**2.** P ağırlıklı bir yük, K, L, M ipleri ile asılarak düşey düzlemde şekildeki gibi dengede durmaktadır.

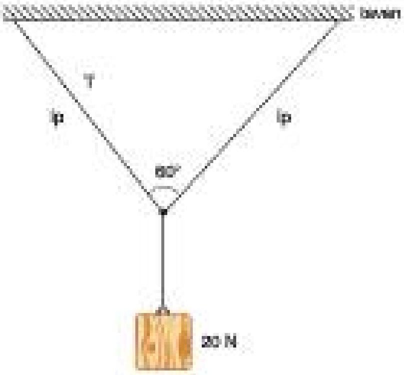



**Buna göre, iplerde oluşan gerilme kuvvetlerinin büyüklükleri $T_K$, $T_L$, $T_M$ arasındaki ilişki nedir?**

A) $T_M < T_L < T_K$
B) $T_L < T_M < T_K$
C) $T_L < T_K < T_M$
D) $T_K < T_L < T_M$
E) $T_K < T_M < T_L$

Frf Yayınları

**3.** Ağırlığı 20 N olan bir kutu, eşit uzunluktaki iplere bağlanarak tavana asıldığında şekildeki gibi dengede durmaktadır.

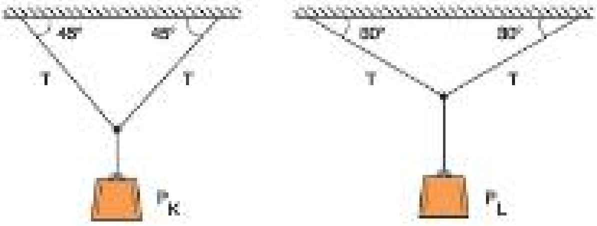



**Buna göre, gösterilen ipteki gerilme kuvvetinin büyüklüğü T kaç N dur?**

$(\sin 60° = \frac{\sqrt{3}}{2})$

A) $10\sqrt{3}$
B) $\frac{10}{\sqrt{3}}$
C) $\frac{20}{\sqrt{3}}$
D) 20
E) $20\sqrt{3}$

**4.** $P_K$ ve $P_L$ ağırlıklı cisimler, düşey düzlemde şekildeki gibi dengedeyken iplerde oluşan gerilme kuvvetlerinin büyüklükleri eşit ve T dir.

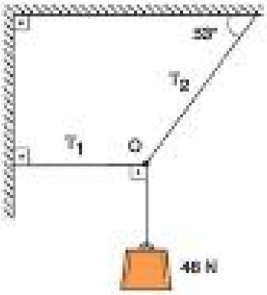



**Buna göre; cisimlerin ağırlıkları oranı $\frac{P_K}{P_L}$ kaçtır?**

$(\sin 45° = \frac{\sqrt{2}}{2};\ \sin 30° = \frac{1}{2})$

A) $\frac{\sqrt{2}}{2}$
B) 1
C) $\sqrt{2}$
D) 2
E) $2\sqrt{2}$

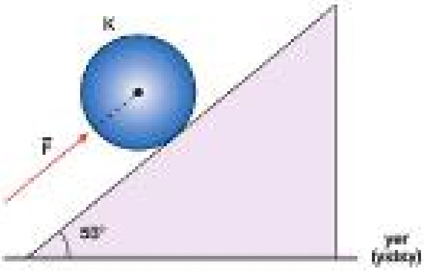
**5.** Ağırlığı 48 N olan bir cisim düşey düzlemde şekildeki gibi iplerle dengededir.




**Buna göre, iplerdeki gerilme kuvvetlerinin büyüklükleri $T_1$ ve $T_2$ kaç N dur?**
($\sin 53° = 0,8$; $\cos 53° = 0,6$)

| | $T_1$ | $T_2$ |
|---|---|---|
| A) | 64 | 80 |
| B) | 36 | 60 |
| C) | 36 | 80 |
| D) | 60 | 60 |
| E) | 60 | 100 |

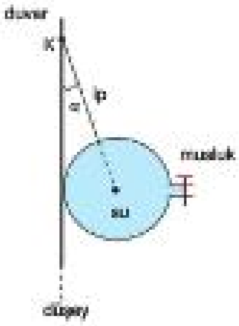
**6.** Ağırlığı 50 N olan düzgün, türdeş K küresi, eğik düzleme paralel uygulanan $\vec{F}$ kuvveti ile sürtünmesiz eğik düzlem üzerinde şekildeki gibi dengede tutulmaktadır.




**Buna göre; $\vec{F}$ kuvvetinin büyüklüğü kaç N dur?**
($\sin 53° = 0,8$; $\cos 53° = 0,6$)

A) 30 B) 40 C) 50 D) 60 E) 80

**7.** Düşey kesiti şekildeki gibi olan düzenekte, içi su ile dolu küresel bir kap, iple K noktasından duvara bağlanarak dengede durmaktadır. Bu durumda ipteki gerilme kuvvetinin büyüklüğü T, duvarın kaba uyguladığı tepki kuvvetinin büyüklüğü N dir.

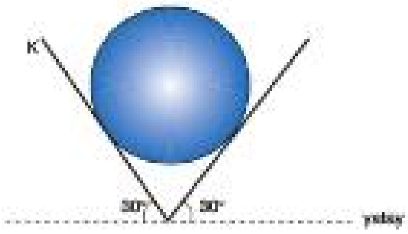



**Buna göre, kabın altındaki musluk açılıp su akışı durana kadar geçen sürede T ve N için ne söylenebilir?**
(Sürtünmeler ve musluktan akan suyun hızının duvar tepkisine etkisi önemsizdir.)

| | T | N |
|---|---|---|
| A) | Azalır | Değişmez |
| B) | Değişmez | Azalır |
| C) | Azalır | Azalır |
| D) | Azalır | Artar |
| E) | Değişmez | Değişmez |

Fir Yayınları

**8.** Ağırlığı 120 N olan türdeş küre şekildeki gibi sürtünmesiz duvarlar arasında dengede iken K duvarının küreye gösterdiği tepki kuvvetinin büyüklüğü $N_K$ dır.




**Buna göre; $N_K$ kaç N dur?**
($\sin 30° = \frac{1}{2}$; $\cos 30° = \frac{\sqrt{3}}{2}$)

A) 40 B) $40\sqrt{3}$ C) 60 D) $60\sqrt{3}$ E) 120

Test - 5 1-B 2-C 3-C 4-C 5-B 6-B 7-C 8-B

## KÜTLE VE AĞIRLIK KAVRAMLARI

### Kütle (m)

Bir cismin içerdiği madde miktarına kütle denir. Kütle eşit kollu teraziyle ölçülür. m sembolü ile gösterilir. Kütlenin SI birimi kilogram (kg) dır.

- Cisimlerin kütleleri sıcaklık, basınç ya da ortama göre değişmez.
- Bir cismin kütlesi Dünya'da, Ay'da ya da yer çekiminin sıfır olduğu yerde birbirine eşittir.

### Ağırlık ($\vec{G}$)

Dünya'nın cisimlere uyguladığı çekim kuvvetine ağırlık denilir. Ağırlık, dinamometreyle ölçülür. $\vec{G}$ ile gösterilir. Birimi newton dur.

- Bir cismin kütlesi m, bulunduğu ortamdaki yer çekimi ivmesi g ise, cismin ağırlığı aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$\vec{G} = m.\vec{g}$$

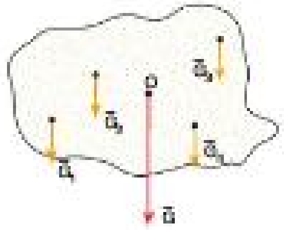
**Dikkat**

Bir cismin ağırlığından ancak yer çekiminin olduğu bir yerde bahsedilir. Yer çekimi yoksa cismin kütlesi olsa da ağırlığı olmaz.

## KÜTLE VE AĞIRLIK MERKEZİ

Bir cisim çok küçük kütleli taneciklerin bir araya gelmesi ile oluşur. Yer çekiminin olduğu bir ortamda bir cismi oluşturan her taneciğe şekildeki gibi yer çekimi kuvveti etki eder. Bu kuvvetler düşeyde, aynı yönlü ve birbirlerine paralel kuvvetlerdir.

- Aynı yönlü paralel kuvvetlerin bileşkesi bulunduğunda bileşke kuvvet cismin ağırlığını verirken, bileşkenin uygulama noktası ise cismin ağırlık merkezinin yerini verir.




- Küçük boyutlu cisimlerde, ağırlık merkezinin olduğu yerde, cismin tüm kütlesi toplanmış ve Dünya bu noktadaki kütleye kuvvet uyguluyormuş gibi düşünülür. Bu nedenle ağırlık merkezi aynı zamanda kütle merkezidir.

**Dikkat**

Yer çekiminin sıfır olduğu bir yerde ağırlık sıfır olduğundan, cismin ağırlık merkezinden değil kütle merkezinden bahsedilir.

Fit Yayınları

**Bilgi**

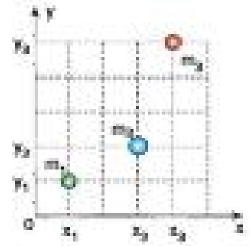
Küçük cisimlerin kütle merkeziyle ağırlık merkezi aynı noktada iken yüksek katlı binalar ve yüksek dağlar gibi çok büyük cisimlerin üzerindeki tüm noktalara aynı yer çekimi ivmesi etki etmez.

Yukarıya doğru çıkıldıkça yer çekimi ivmesinin değeri azaldığı için bu gibi cisimlerin kütle merkezi ile ağırlık merkezi aynı noktada olmaz.

Örneğin yüksek katlı bina türdeş ve homojen bir yapıda olsa bile, alt katlarındaki yer çekimi ivmesi daha büyük olacağından, ağırlık merkezi binanın tam ortasında değil daha aşağıda olacaktır. Böyle bir binanın kütle merkezi ise yine tam ortasındadır.

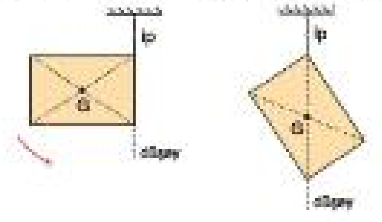
Buna göre, yüksek katlı binalar ve yüksek dağlar gibi çok büyük cisimlerin ağırlık merkezlerinin, kütle merkezlerine göre daha aşağıda olduğu söylenebilir.

- Şekildeki gibi koordinat düzlemine yerleştirilmiş noktasal cisimlerin ortak kütle merkezi bulunurken, her bir cismin kütlesi kendi x değeri ile çarpılıp toplam kütleye bölünerek, kütle merkezinin x koordinatı bulunur. Benzer biçimde, her bir cismin kütlesi kendi y değeri ile çarpılıp toplam kütleye bölünerek, kütle merkezinin y koordinatı bulunur.



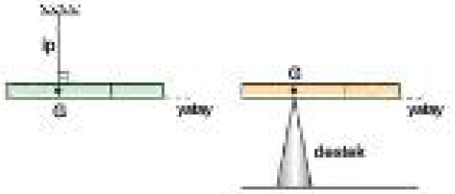

$$x = \frac{m_1.x_1 + m_2.x_2 + m_3.x_3}{m_1 + m_2 + m_3} \qquad y = \frac{m_1.y_1 + m_2.y_2 + m_3.y_3}{m_1 + m_2 + m_3}$$

- Bir cisim Şekil - I deki gibi herhangi bir noktasından iple tavana asılarak serbest bırakılırsa, cisim dönerek Şekil - II deki gibi ipin uzantısı cismin kütle merkezinden geçecek biçimde dengelenir.



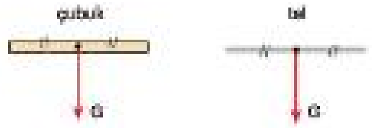

Şekil - I    Şekil - II

- Bir çubuk destek üzerine konulduğunda ya da iple asıldığında şekildeki gibi dengede kalıyorsa, destek tepki kuvvetinin ya da ipin uzantısının geçtiği nokta çubuğun kütle merkezinin yeridir.




- Düzgün geometrik yapılı türdeş bazı cisimlerin kütle merkezleri aşağıdaki gibidir.

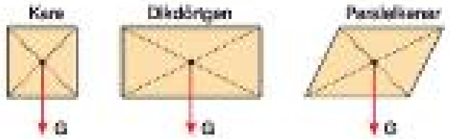
  › Tel ve çubuk gibi tek boyutlu cisimlerin kütle merkezi, cisimlerin boylarının orta noktasındadır.




**Not**

Tel ve çubuk gibi cisimlerde, cisimlerin ağırlıkları uzunluklarıyla doğru orantılı olduğu için hesaplamalarda ağırlık yerine uzunluk kullanılabilir.

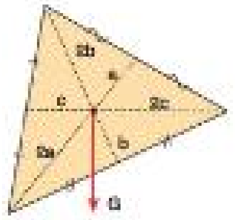
› Kare, dikdörtgen, paralelkenar şeklindeki düzgün türdeş levhalarda kütle merkezi köşegenlerin kesişim noktasındadır.



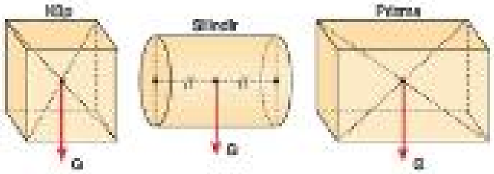

**Not**

Levhaların ağırlıkları, alanlarıyla doğru orantılı olduğu için hesaplamalarda ağırlık yerine alan kullanılabilir.

› Üçgen levhanın kütle merkezi kenar ortaylarının kesişim noktasıdır. Bu nokta, herhangi bir kenar ortay üzerinde, tabana 1, köşeye 2 birim oranında uzaklıktadır.



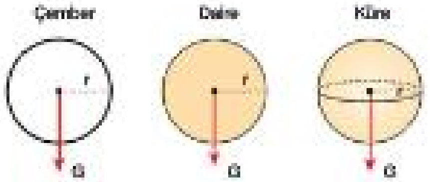

› Küp ve prizma şeklindeki cisimlerde kütle merkezi cisim köşegenlerinin kesim noktasında iken silindir şeklindeki cisimlerde taban merkezlerini birleştiren yüksekliğin orta noktasındadır.




**Not**

Küp, prizma ve silindir şeklindeki türdeş cisimlerde ağırlık hacimle doğru orantılı olduğu için hesaplamalarda ağırlık yerine hacim kullanılabilir.

› Çember, daire levha ve küre şeklindeki cisimlerde kütle merkezi cisimlerin geometrik merkezinde olmaktadır. Ağırlık çemberde çevre, daire levhada alan, kürede ise hacim ile doğru orantılı olduğu için ağırlık yerine çevre, alan ve hacim kullanılabilir.

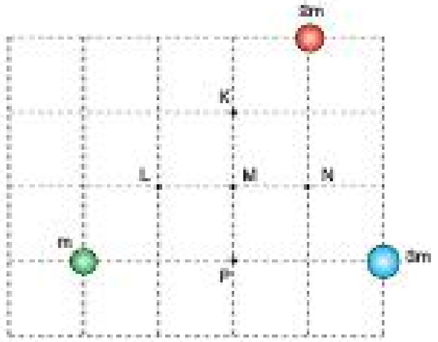



**Dikkat**

Tel, levha ya da üç boyutlu cisimlerin özkütleleri farklıysa, sadece uzunluk, alan ya da hacim bilgisi ağırlık hesaplamaya yeterli olmaz. Bu durumda, her cismin uzunluğu, alanı ya da hacmi kendi özkütlesi ile çarpılarak cismin ağırlığı hesaplanır.

## Örnek - 1

Eşit kare bölmeli düzleme m, 2m, 3m kütleli parçacıklar şekildeki gibi konuluyor.

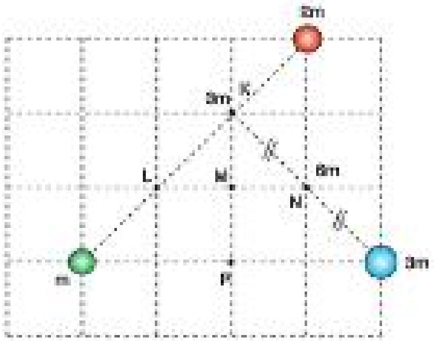



**Buna göre, oluşan bu kütle sisteminin kütle merkezi hangi noktadadır?**

A) K B) L C) M D) N E) P

## Çözüm

m ve 2m kütleli parçacıkların kütleleri arasında bire iki oranı olduğundan, bu ikisinin kütle merkezinin yeri, kütlelerle ters orantılı olup ikiye bir şeklindedir.




Bundan dolayı bu iki parçacığın ortak kütle merkezi K noktası olurken bu noktada biriken kütle 3m olur.

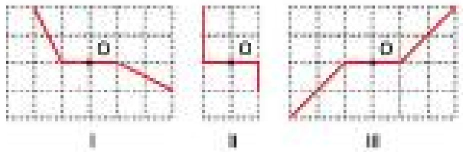
Buna göre sistemdeki 3m kütleli parçacık ile K noktasında oluşan 3m kütlesi için ortak kütle merkezi, aralarındaki uzaklığın orta noktası olan N noktasıdır.

Cevap D

Fit Yayınları

## Örnek - 2

Düzgün, türdeş teller bükülerek şekildeki I, II, III cisimleri elde ediliyor.



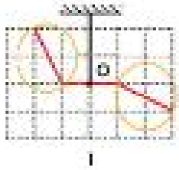

**Buna göre, hangi cisimler O noktasından bir iple tavana asıldığında verilen konumda dengede kalırlar?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

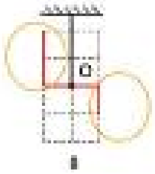
D) II ve III E) I, II ve III

## Çözüm

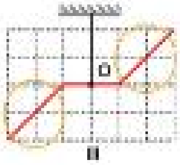
I. cismin O noktasından bağlı 2 bölme uzunluğundaki bölümü dengede kalabilirken, daire içine alınmış bölümleri eşit uzunlukta olmalarına rağmen, kütle merkezlerinin ipe olan dik uzaklıkları eşit olmadığından, birbirlerini dengeleyemezler. Bu nedenle cisim serbest bırakıldığında verilen konumda dengede kalamaz.




II. cismin O noktasından bağlı 2 bölme uzunluğundaki bölümü dengede kalabilirken, daire içine alınmış bölümlerinin kütle merkezlerinin ipe olan dik uzaklıkları eşit olmasına rağmen, bu bölümler eşit uzunlukta olmadığından, birbirlerini dengeleyemezler. Bu nedenle cisim serbest bırakıldığında verilen konumda dengede kalamaz.



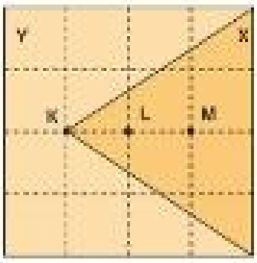

III. cismin O noktasından bağlı 2 bölme uzunluğundaki bölümü dengede kalabilir. Daire içine alınmış bölümlerinin kütle merkezlerinin ipe olan dik uzaklıkları ve bu bölümlerin uzunlukları da eşit olduğundan cisim serbest bırakıldığında verilen konumda dengede kalır.




Cevap C

## Örnek - 3

Türdeş bir levhadan kesilen X üçgen levhası ile Y kare levhası şekildeki gibi birbirine yapıştırılıyor.

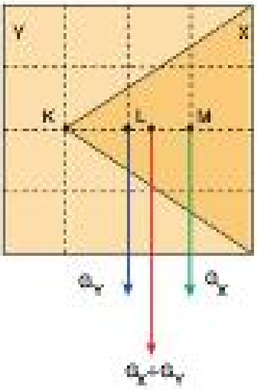



**Buna göre, oluşan cismin kütle merkezi nerededir?**

A) K noktasında
B) L noktasında
C) M noktasında
D) KL arasında
E) LM arasında

## Çözüm

X ve Y levhalarının ağırlık kuvvetleri $G_X$ ve $G_Y$ levhaların kütle merkezlerinden şekildeki gibi gösterilir.



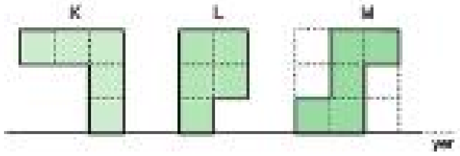

Aynı yönlü paralel kuvvetlerin bileşkesinin uygulama noktası kuvvetlerin arasında oluşur. Bu nokta aynca oluşan cismin kütle merkezinin de yeridir.

Buna göre, şekildeki gibi $G_X$ ve $G_Y$ nin bileşkesinin uygulama noktası LM arasında oluşacağından, cismin kütle merkezi LM arasında olur.

Cevap E

## Örnek - 4

Düzgün, türdeş K, L, M cisimleri yatay zemin üzerine şekildeki gibi konuluyor.

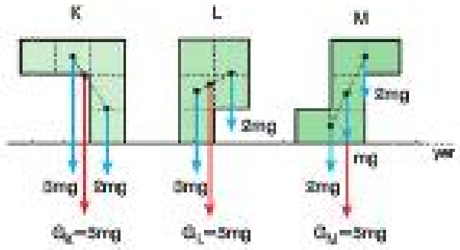



**Buna göre, cisimler serbest bırakıldığında hangileri verilen konumda dengede kalır?**

A) Yalnız K
B) Yalnız L
C) L ve M
D) K ve M
E) K, L ve M

## Çözüm

Yer düzleminde serbest bırakılan cisimlerin ağırlıklarının düşey doğrultusu, cisimlerin yere temas eden yüzey alanının içinden geçerse, cisim devrilmeden dengede kalabilir. Eğer dışından geçerse cisim devrilir.




Buna göre, şekildeki gibi,

K cisminin $G_K$ ağırlığının düşey doğrultusu yere temas alanının dışından geçtiği için K cismi devrilir. Verilen konumda dengede kalamaz.

L cisminin $G_L$ ağırlığının düşey doğrultusu yere temas alanının içinden geçtiği için L cismi devrilmeden verilen konumda dengede kalabilir.

M cisminin $G_M$ ağırlığının düşey doğrultusu yere temas alanının içinden geçtiği için L cismi devrilmeden verilen konumda dengede kalabilir.

Cevap C

Pri Yayınları

**1.** **Cisimlerin kütle merkezi ve ağırlık merkezi kavramları ile ilgili,**

I. Düzgün geometrik yapıdaki türdeş cisimlerin kütle merkezi cismin geometrik merkezinde oluşur.

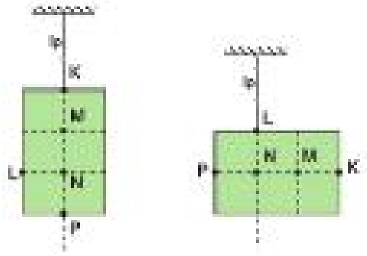
II. Bir cismi oluşturan parçacıkların hepsinin ağırlıklarının bileşkesinin uygulama noktasında cismin ağırlık merkezi oluşur.

III. Dünya üzerinde bulunan gökdelen gibi çok yüksek yapıların ağırlık merkezleri, kütle merkezlerine göre yere daha yakın bir yerde oluşur.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II D) II ve III E) I, II ve III

**2.** Dikdörtgen bir levha K noktasından iple tavana asıldığında Şekil - I deki gibi, L noktasından asıldığında ise Şekil - II deki gibi dengede kalıyor.

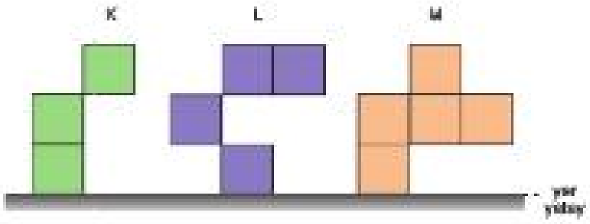



Şekil - I Şekil - II

**Buna göre, levhanın kütle merkezi nerededir?**

A) M noktasında B) N noktasında C) KM arasında D) MN arasında E) NP arasında

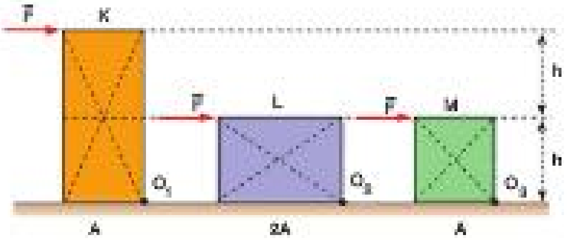
**3.** Türdeş ve özdeş küpler yapıştırılarak elde edilen K, L, M cisimleri yerin üzerine şekildeki gibi konularak tutuluyor.




**Buna göre, serbest bırakılan cisimlerden hangisi devrilmeden dengede kalır?**

A) Yalnız K B) Yalnız L C) K ve L D) K ve M E) L ve M

**4.** Ağırlıkları aynı, taban alanları A, 2A, A olan türdeş K, L ve M blokları şekildeki gibi $O_1$, $O_2$, $O_3$ noktaları etrafında yatay $\vec{F}$ kuvvetleri ile devrilmeye çalışılıyor.

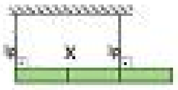



**Buna göre; K, L, M bloklarının devrilme sırası, ilk devrilenden son devrilene doğru aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?**

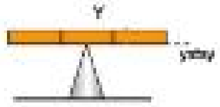
A) K, L, M B) K, M, L C) L, M, K D) M, L, K E) M, K, L

Yayınları

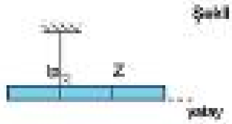
**5.** Eşit bölmeli düzgün X, Y, Z çubuklarından; X, Şekil - I deki gibi aynı ip gerilmesine sahip iki iple; Y, Şekil - II deki gibi tam ortasından destekle; Z ise Şekil - III deki gibi iple asılarak dengelenmiştir.




Şekil - I




Şekil - II

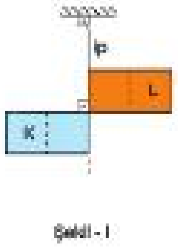



Şekil - III

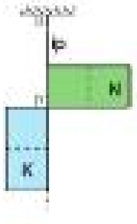
**Buna göre; X, Y, Z çubuklarından hangileri türdeş <u>değildir</u>?**

A) Yalnız X B) Yalnız Y C) Yalnız Z D) X ve Z E) X ve Y

**7.** Kendi içlerinde türdeş, eşit bölmeli K, L, N cisimleri ile oluşturulmuş sistemler, iple tavana asıldığında Şekil - I ve Şekil - II deki gibi dengede durmaktadırlar.




Şekil - I



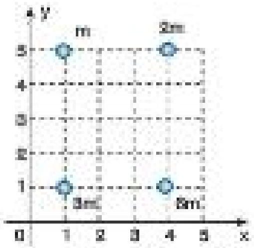

Şekil - II

**Cisimlerin kütleleri $m_K$, $m_L$, $m_N$ olduğuna göre, bunlar arasındaki ilişki?**

A) $m_K > m_L > m_N$ B) $m_N > m_L > m_K$ C) $m_K > m_N > m_L$ D) $m_K = m_L > m_N$ E) $m_K = m_L = m_N$

Yayınları

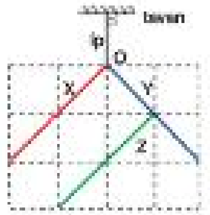
**6.** Eşit bölmelendirilmiş xy kartezyen koordinat sistemine m, 2m, 3m, 6m kütleli cisimler şekildeki gibi konulmuştur.




**Yer çekimi ivmesi sabit olduğuna göre, cisimlerin oluşturduğu sistemin ağırlık merkezinin koordinatları (x,y) nedir?**

A) (3,2) B) (2,3) C) (3,3) D) (3,5) E) (3,4)

**8.** Kendi içinde türdeş, düzgün X, Y ve Z çubuklarından oluşan cisim O noktasından iple tavana asıldığında şekildeki gibi dengede kalıyor.




**X, Y, Z çubuklarının kütleleri $m_X$, $m_Y$ ve $m_Z$ olduğuna göre,**

I. $m_X = m_Y$

II. $m_X = m_Z$

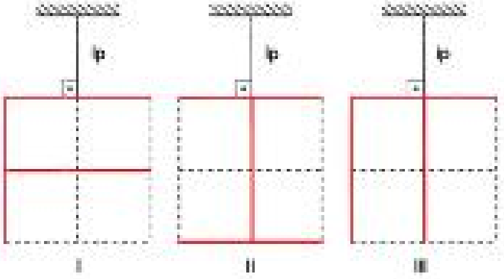
III. $m_Y = m_Z$

**yargılarından hangileri <u>kesinlikle</u> doğrudur?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) II ve III E) I ve II

Test - 6 1-E 2-B 3-C 4-B 5-D 6-A 7-D 8-A

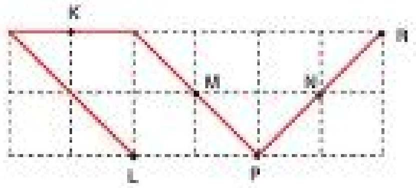
1. Düzgün türdeş bir telden kesilen eşit uzunluktaki teller ile şekillerdeki cisimler oluşturularak iple tavana asılıp serbest bırakılıyor.




**Buna göre; I, II, III şekillerinden hangisinde cisim gösterildiği gibi dengede kalır?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve III E) II ve III

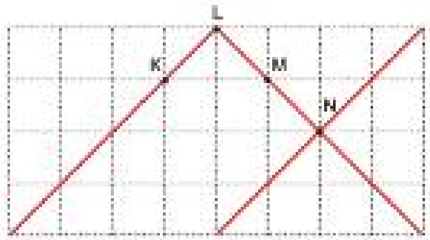
2. Düzgün türdeş bir tel şekildeki gibi bükülmüştür. Tel, K noktasından iple tavana asılıp serbest bırakılıyor.




**Buna göre, tel dengeye geldiğinde ipin uzantısı L, M, N, P, R noktalarının hangisinden geçer?**

A) L B) M C) N D) P E) R

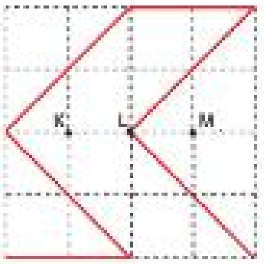
3. Türdeş telden oluşturulan, eşit bölmelendirilmiş cisim şekildeki gibidir.




**Buna göre, cisim nereden iple tavana asılırsa verilen konumdaki gibi dengede kalır?**

A) K noktasından B) L noktasından
C) L noktasından D) LM arasından
E) M noktasından

4. Türdeş bir tel, şekildeki gibi bükülerek eşit bölmeli düzleme yerleştiriliyor.

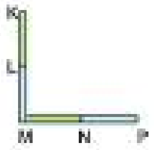



**Buna göre, telin kütle merkezi nerededir?**

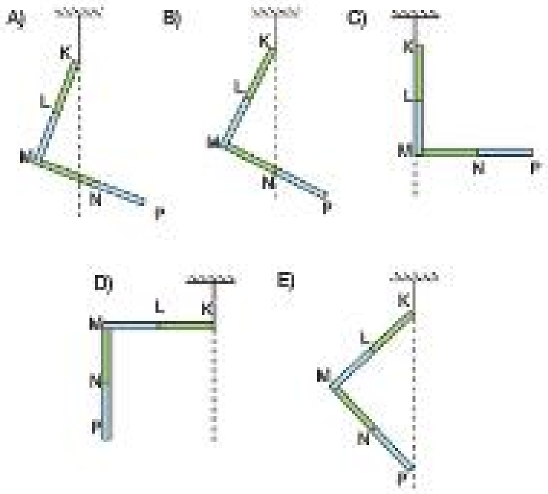
A) KL arasında B) LM arasında
C) K noktasında D) L noktasında
E) M noktasında

Fi Yayınları

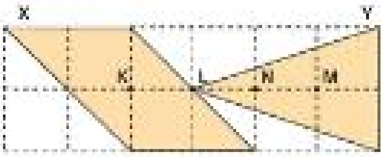
**5.** Eşit bölmeli düzgün türdeş bir çubuk ortasından dik olarak şekildeki gibi bükülmüştür.




**Buna göre, çubuk K noktasından iple tavana asılırsa aşağıdakilerden hangisi gibi dengede kalır?**



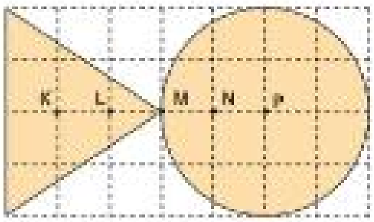

**6.** Türdeş bir levhadan kesilmiş paralelkenar ve üçgen şeklindeki X, Y levhaları birleştirilerek şekildeki cisim oluşturuluyor.




**Buna göre, oluşan cismin kütle merkezi nerededir?**

A) KL arasında
B) L noktasında
C) LN arasında
D) N noktasında
E) NM arasında

**7.** Türdeş bir levhadan kesilen üçgen ve daire levhalar birleştirilerek şekildeki cisim oluşturulmuştur.

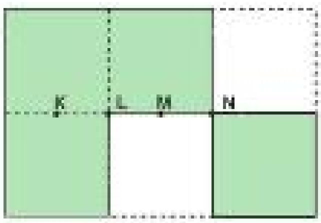



**Buna göre, cismin kütle merkezi nerededir?**
($\pi = 3$ alınız)

A) KL arasında
B) L noktasında
C) LM arasında
D) M noktasında
E) MN arasında

Fırat Yayınları

**8.** Türdeş ve özdeş kare levhaların birleştirilmesi ile oluşan cisim şekildeki gibidir.

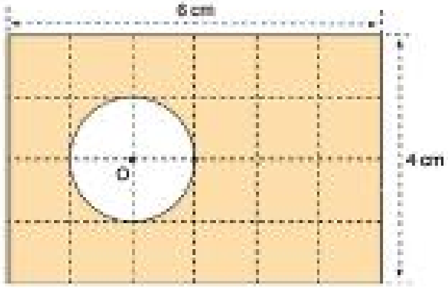



**Buna göre, cismin kütle merkezi nerededir?**
(Noktalar arası uzaklıklar eşittir. K ve M noktaları bulundukları kenarın orta noktalarıdır.)

A) KL arasında
B) L noktasında
C) LM arasında
D) M noktasında
E) MN arasında

Test - 7 1-B 2-B 3-D 4-D 5-A 6-C 7-E 8-C

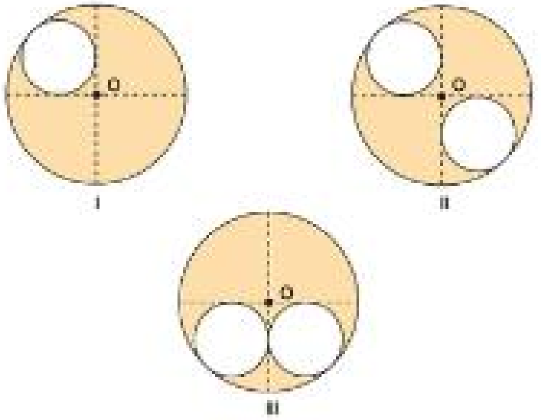
**1.** Şekildeki eşit kare bölmeli düzgün, türdeş dikdörtgen levhadan O merkezli dairesel parça kesilip çıkarılıyor.




**Buna göre, levhanın kütle merkezi kaç cm yer değiştirir?**
($\pi$ = 3 alınız)

A) $\frac{1}{7}$ B) $\frac{3}{7}$ C) 1 D) $\frac{8}{7}$ E) $\frac{12}{7}$

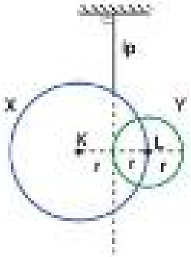
**2.** O merkezli türdeş dairesel bir levhadan dairesel parçalar çıkarılarak şekildeki gibi I, II, III cisimleri oluşturuluyor.




**Buna göre, hangi şekilde cismin kütle merkezi O noktasıdır?**

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve III
D) I ve II E) I, II ve III

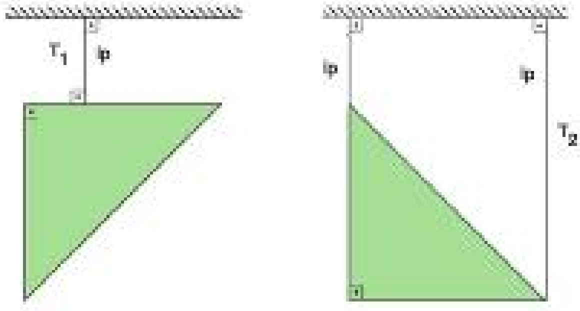
**3.** Kendi içinde türdeş, K , L merkezli, 2r , r yarıçaplı X, Y tel çemberlerinin birbirine yapıştırılması ile oluşan cisim iple tavana asıldığında şekildeki gibi dengede kalıyor.




**X ve Y nin kütleleri $m_X$ ve $m_Y$ olduğuna göre; $\frac{m_X}{m_Y}$ oranı kaçtır?**

A) 3 B) 2 C) $\frac{3}{2}$ D) 1 E) $\frac{1}{2}$

**4.** İkiz kenar dik üçgen şeklindeki türdeş bir levha, Şekil - I ve Şekil - II deki gibi iplerle tavana asıldığında gösterilen iplerdeki gerilme kuvvetlerinin büyüklükleri $T_1$ ve $T_2$ oluyor.



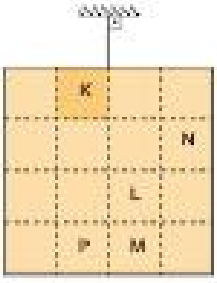

Şekil - I Şekil - II

**Buna göre; $\frac{T_1}{T_2}$ oranı kaçtır?**

A) 3 B) 2 C) $\frac{3}{2}$ D) 1 E) $\frac{2}{3}$

Prf Yayınları

5. Düşey düzlemde iple tavana asılı olan eşit kare bölmeli türdeş kare levhada K nin üzerine aynı levhadan yapılmış taralı kare parça yapıştırılıyor.




**Buna göre, levhanın verilen konumda dengede kalması için;**

I. Aynı kare parçadan L nin üzerine bir tane yapıştırmak.

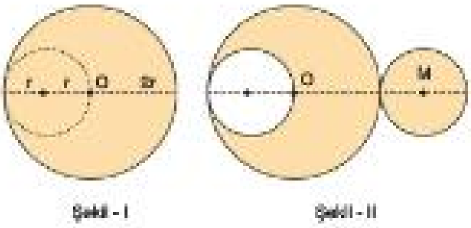
II. P yi çıkarmak.

III. M yi çıkarıp N nin üzerine yapıştırmak.

**işlemlerinden hangileri yapılmalıdır?**

A) Yalnız I
B) Yalnız II
C) I ya da II
D) I ya da III
E) II ya da III

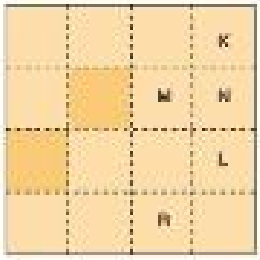
6. Şekil-I deki O merkezli 2r yarıçaplı düzgün, türdeş dairesel levhadan r yarıçaplı dairesel parça çıkartılıp Şekil-II deki gibi ekleniyor.




**Buna göre, oluşan yeni cismin kütle merkezinin O noktasına uzaklığı kaç r dir?**

A) $\frac{1}{4}$
B) $\frac{1}{2}$
C) 1
D) $\frac{5}{4}$
E) 2

7. Eşit kare bölmelere ayrılmış türdeş kare levhadan taralı parçalar çıkarılıyor.




**Buna göre; levhanın kütle merkezinin değişmemesi için;**

I. N ve L bölmelerini çıkartmak

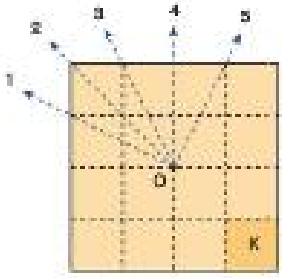
II. K ve R bölmelerini çıkartmak

III. M ve L bölmelerini çıkartmak

**işlemlerinden hangileri yapılmalıdır?**

A) Yalnız I
B) Yalnız II
C) I ya da II
D) I ya da III
E) II ya da III

8. Eşit kare bölmeli türdeş kare levhadan şekildeki gibi taralı K parçası kesilip çıkarılıyor.




**Buna göre, levhanın kütle merkezi hangi yönde yer değiştirir?**

A) 1
B) 2
C) 3
D) 4
E) 5

Fi Yayınları

Test - 8 1-A 2-A 3-D 4-A 5-C 6-C 7-E 8-B

# BASİT MAKİNELER

Basit makineler bir işin daha kolay yapılmasını sağlayan araçlardır.

- Basit makinelerden bazıları uygulanan kuvvetin sadece yönünü ya da sadece büyüklüğünü değiştirirken, bazıları da hem yönünü hem de büyüklüğünü değiştirir.
- Basit makineler kullanılırken uygulanan kuvvete giriş kuvveti, mekanizmanın çalışmasından doğan kuvvete ise çıkış kuvveti denir. Basit makine kullanılarak giriş kuvvetinden daha büyük bir çıkış kuvveti elde edilebilir.
- Tüm basit makinelerde geçerli genel özellikler aşağıdaki gibidir.
  - Basit makinelerin hiçbirinde işten kazanç yoktur.
  - Basit makineler, **Kuvvet x Kuvvet kolu = Yük x Yük kolu** ya da **Kuvvet x Kuvvet yolu = Yük x Yük yolu** prensibi ile çalışır.
  - Basit makinelerde kuvvetten kazanç varsa yoldan kayıp vardır. Basit makinelerde kuvvet kazancı, yükün kuvvete oranıdır.

$$\text{Kuvvet Kazancı} = \frac{\text{Yük}}{\text{Kuvvet}}$$

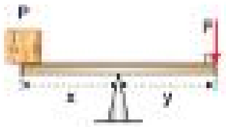
## Kaldıraçlar

Kaldıraçlar, yoldan ya da kuvvetten kazanç sağlamak için bir çubuk ve destek ile oluşturulan düzeneklerdir.

- Kaldıraçlar desteğin konulduğu yere göre üç farklı şekilde incelenebilir.

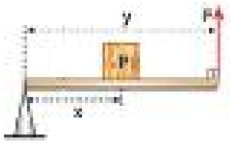
### Desteğin Arada Olduğu Kaldıraç

Makas, kayık küreği, kerpeten ve keser bu tip kaldıraçlara örnek olarak verilebilir. Şekildeki gibi dengede iken, **P.x = F. y** dir. x ile y arasındaki ilişki her değeri alabileceğinden bu tip kaldıraçlarda kuvvetten kazanç ya da kayıp olabilir.



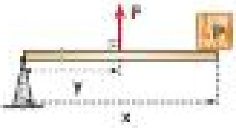

### Yükün Arada Olduğu Kaldıraç

Ceviz kıracağı, el arabası ve menteşeli kapı bu tip kaldıraçlara örnektir. Şekildeki gibi dengede iken, **P.x = F. y** dir. y uzunluğu x ten her zaman daha uzun olduğundan, bu tip kaldıraçlarda kuvvetten her zaman kazanç vardır.




### Kuvvetin Arada Olduğu Kaldıraç

Tenis raketi, maşa ve kürek bu tip kaldıraçlara örnektir. Şekildeki gibi dengede iken, **P.x = F. y** dir. x uzunluğu y den her zaman daha uzun olduğundan, bu tip kaldıraçlarda kuvvetten her zaman kayıp vardır.



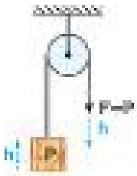

## Makaralar

Makaralar; kuvvetin yön, doğrultu ve şiddetini değiştirebilen basit makinelerdir.

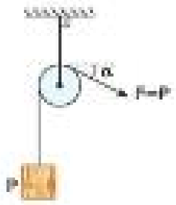
- Bir makaranın etrafından geçen ip üzerindeki tüm noktalarda aynı gerilme vardır.
- Makaralarda denge ilkeleri kullanılarak kuvvet ve yük ilişkileri hesaplanabilir.
- Makaralar; sabit makaralar ve hareketli makaralar olarak iki grupta incelenir. Bu makaraların karışık bağlanmasıyla da makara düzenekleri oluşturulur.

### Sabit Makaralar

Dönme ekseninden bir yere sabitlenmiş makaralardır. Sabit makaralar dönme merkezleri etrafında dönebilirler ancak yükselme ve alçalma gibi hareketler yapamazlar.

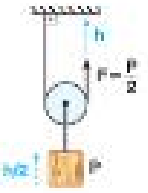



- Sabit makaralarda uygulanan kuvvet yüke eşittir. **F = P**
- Kuvvetten kazanç ya da kayıp yoktur.
- Kuvvetin uygulandığı ip h kadar çekilirse cisim h kadar yükselir.
- İpe uygulanan F kuvvetinin makara ile yaptığı açı kuvvetin büyüklüğünü etkilemez.



## Hareketli Makaralar

Üzerinden geçirilen ipin hareket ettirilmesiyle hem yükselip alçalabilen hem de dönebilen makaralardır.

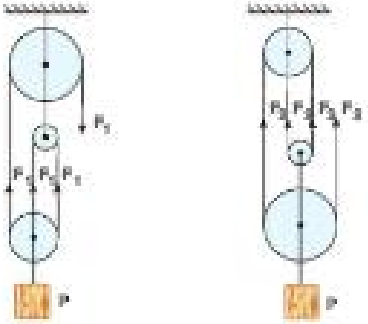



- Makara ağırlığı önemsiz ise şekildeki hareketli makarada, **F = P/2** dir.
- Kuvvetten kazanç vardır.
- Kuvvetin uygulandığı ip h kadar çekilirse cisim h/2 kadar yükselir.

## Bileşik Makara Sistemleri (Palangalar)

Hareketli ve sabit makaraların kendi aralarında farklı biçimde bağlanmasıyla oluşan düzeneklerdir.

- Bileşik makara sistemlerinde yükü taşıyan ip sayısı arttıkça uygulanacak kuvvetin büyüklüğü aynı oranda azalır.
  - Şekildeki ağırlığı önemsiz makara sistemlerinde $F_1$ ve $F_2$ kuvvetlerinin büyüklükleri aşağıdaki gibi hesaplanır.




Şekil - I Şekil - II

  - Şekil - I deki düzenekte $3F_1 = P \Rightarrow F_1 = \frac{P}{3}$ (Kuvvetten 3 kat kazanç vardır.)
  - Şekil - II deki düzenekte $4F_2 = P \Rightarrow F_2 = \frac{P}{4}$ (Kuvvetten 4 kat kazanç vardır.)

**Dikkat**

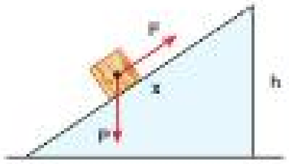
Basit makinelerin hiçbirinde işten kazanç yoktur. Kuvvetten ya da yoldan kazanç olabilir ama, işten kazanç olmaz.

Ayrıca güçten kazanç diye birşey de yoktur.

Prf Yayınları

## Eğik Düzlem

Ağır cisimleri daha küçük kuvvet uygulayarak yüksek konuma çıkarmak için eğik düzlemler kullanılır.



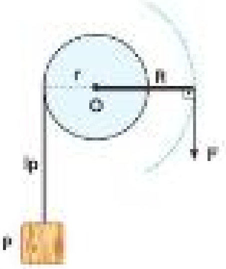

- Sürtünmelerin önemsenmediği şekildeki eğik düzlemde, yük ile kuvvet arasındaki ilişki, **F.x = P.h** dir.
- Eğik düzlemde yoldan kesinlikle kayıp vardır. Bu nedenle kuvvetten kesinlikle kazanılır.
- Kamyonlara ağır yük yüklenmesinde, bir dağın zirvesini aşmak için yapılan yolların en kısa olacak biçimde değilde eğimi az olacak biçimde dağın eteklerinde kıvrılacak şekilde planlanmasında eğik düzlemlerden faydalanılır.

**Not**

Eğik düzlemin özel bir türü olan **kama**, günlük hayatta çoğu zaman kullandığımız bir basit makinedir. Bıçak, odun yarmak için kullanılan demir, kazma, keser, orak, tırpan ve ağzımızdaki kesici dişler kamaya örnek olarak verilebilir.

## Çıkrık

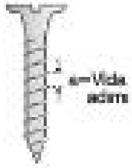
Çıkrıklar, bir silindir ve silindiri döndürecek biçimde monte edilmiş koldan oluşan basit makinelerdir.



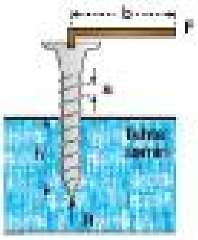

- Şekildeki gibi bir çıkrıkta, kuvvet ile yük arasındaki ilişki; **F.R = P.r** dir.
- Kuyulardan su çekmek için kurulan düzenekler, kalemtraş, el matkabı, kahve değirmeni ve kıyma makineleri çıkrığa örnektir.
- Çıkrık kolu n tur çevrildiğinde yükün asıldığı ip silindirin etrafına sarılır ya da boşalır. Bu durumda yük **h = n.2πr** kadar yükselir ya da alçalır.

## Vida

İki cismi birbirine tutturabilmek için örneğin bir tabloyu duvara asabilmek için kullanılabilen araçlardır.




- Vidanın üzerindeki ardışık iki diş arasındaki mesafe vida adımı olarak adlandırılır
- Vida 1 tur çevrildiğinde, vida zeminde a kadar ilerler. İlerleme miktarına h, tur sayısı n denilirse, **h = n.a** dır.
- Vida F kuvvetiyle çevrildiğinde, vidanın hareket ettiği zeminde direnç kuvveti oluşur. Direnç kuvveti R ile gösterilir.
  - Vida adımı a, vida kolu b olan bir vidada, **F.2π.b = R.a** dır.




## Dişliler

Dişlilerde bir dairesel disk üzerine eşit aralıklarla açılmış ve diş adı verilen oyuklar bulunur.

- Araba motorları, mekanik saatler, oyuncaklar gibi birçok araçta dişliler kullanılır.

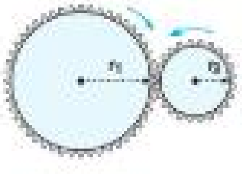
### Aynı Eksenli Dişliler

Dönme eksenlerinden şekildeki gibi birbirine perçinlenmiş dişlilere aynı eksenli dişliler denir.

- Aynı eksenli (eş merkezli) dişlilerin,
  - Dönme yönleri aynıdır.
  - Tur sayıları aynıdır.

### Farklı Eksenli Dişliler

Dişleri birbirine dokunan ve bu sayede birbirini döndüren dişlilerdir. Bu dişliler kendi merkezleri etrafında dönerek, hareketi birbirine aktarır.



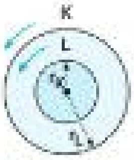

- Farklı eksenli dişlilerin,
  - Dönme yönleri zıttır.
  - Tur sayıları yarıçapları ile ters orantılıdır.
  - $n_1.r_1 = n_2.r_2$ dir.

## Kasnaklar

Kayışlarla birbirine bağlı silindirlerden ve makaralardan oluşan düzeneklerdir. Kasnaklar döndürüldüğünde, kayış hareket ederek, diğer kasnağın dönmesini sağlar. Arabaların ve bazı araçların mekanik kısımlarında kasnaklar kullanılır.

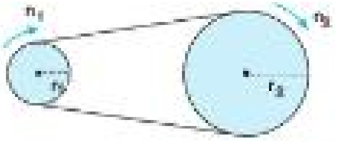
### Aynı Eksenli Kasnaklar

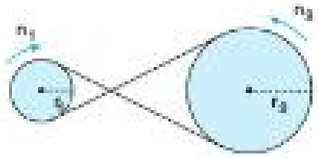
Şekildeki gibi kurulan kasnak düzeneğinde K ve L kasnakları aynı eksenlidir. Aynı eksenli dişlilerde olduğu gibi, aynı eksenli kasnaklarda da dönme yönü ve tur sayıları aynıdır.




### Farklı Eksenli Kasnaklar

Etraflarından geçen kayış sayesinde birbirini döndüren kasnaklardır.

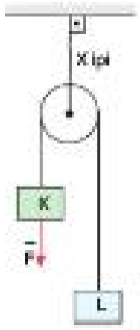



- Farklı eksenli kasnakların dönme yönleri aynı, tur sayıları ise yarıçaplarla ters orantılıdır: $n_1.r_1 = n_2.r_2$ dır.

## Örnek - 1

Ağırlıkları sırasıyla P ve G olan K ve L cisimleri, düşey $\vec{F}$ kuvveti ile şekildeki gibi dengede iken X ipindeki gerilme kuvvetinin büyüklüğü 8P oluyor.



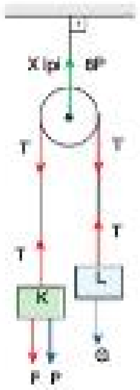

**Buna göre, $\frac{F}{G}$ oranı kaçtır?**

(Makara ağırlıkları ve sürtünme önemsizdir.)

A) 1 B) $\frac{1}{3}$ C) $\frac{3}{4}$ D) $\frac{2}{5}$ E) $\frac{2}{3}$

## Çözüm

Dengede olan sabit makara ve K, L cisimlerinden oluşan düzenekte, cisimlerin ve makaranın dengede kalmasını sağlayan kuvvetler şekildeki gibi gösterilir.




K cismi için, T = F + P

L cismi için, T = G

Makara için, 8P = 2T ⇒ T = 4P ⇒ G = 4P olur.

Buna göre, T = F + P ⇒ 4P = F + P ⇒ F = 3P olur.

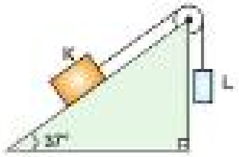
Buradan da,

$\frac{F}{G} = \frac{3P}{4P} = \frac{3}{4}$ bulunur.

Cevap C

## Örnek - 2

Sürtünmesi ihmal edilen eğik düzlemdeki K ve L cisimleri şekildeki gibi dengededir.

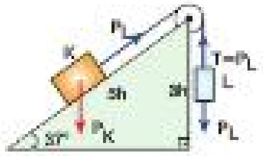



**K nin kütlesi $m_K$, L ninki $m_L$ olduğuna göre, $\frac{m_K}{m_L}$ oranı kaçtır?**
($\sin 37° = 0,6$)

A) 1 B) $\frac{4}{3}$ C) $\frac{3}{5}$ D) $\frac{5}{4}$ E) $\frac{5}{3}$

## Çözüm

Cisimlerin ağırlık kuvvetleri $P_K$ ve $P_L$ şekildeki gibi gösterilir.




Eğik düzlem üzerinde dengede olan K cismi için iş prensibi kullanılırsa,

$P_K.3h = P_L.5h$ ifadesinden,

$\frac{P_K}{P_L} = \frac{5}{3}$ bulunur.

Cevap E

Fi Yayınları

## Örnek - 3

Vida adımı a olan bir vida 2 tur çevrildiğinde zemine h kadar batıyor.

**Buna göre, vidanın zemine 3h kadar batması için vida kaç tur çevrilmelidir?**

A) 2 B) 3 C) 4 D) 5 E) 6

## Çözüm

Vida adımı a olan bir vida n tur yaptığında, vidanın ilerleme miktarı,

h = n.a ile hesaplanır.

Vida 2 tur yaptığında ilerleme miktarı, h = 2.a olur.

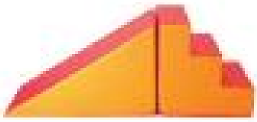
Buna göre, vidanın 3h ilerlemesi için,

3h = n.a ⇒ 3.2.a = n.a ⇒ n = 6 tur bulunur.

Cevap E

**1.** **Kuvvetten kazanç sağlayan ve kaldıraç prensibine göre çalışan aletlere örnek olarak,**

I. Eğik düzlem



II. Maşa

III. Fındık kıracağı

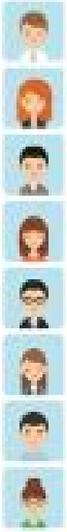
**yukarıdakilerden hangileri verilebilir?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I, II ve III

**2.** **Aşağıdaki basit makinelerden hangisi desteğin uçta olduğu kaldıraçlara örnek olarak verilemez?**

A) El arabası
B) Ceviz kıracağı
C) Cımbız
D) Tahterevalli
E) Tenis raketi

**3.** Basit makinelerle ilgili, bazı öğrencilerin verdiği bilgiler şekildeki gibidir.



- Kuvvetten kazanç sağlamak mümkündür
- Yoldan kazanç sağlamak mümkündür
- İşten kazanç sağlamak mümkündür
- Bir işi daha kolay yapmak mümkündür
- Bir işi daha az enerji harcayarak yapmak mümkündür
- Kuvvetin yönünü değiştirmek mümkündür
- Kuvvetin şiddetini değiştirmek mümkündür
- Bir işi daha kısa sürede yapmak mümkündür

**Buna göre, öğrencilerin verdiği bu bilgilerden kaç tanesi doğrudur?**

A) 8 B) 7 C) 6 D) 5 E) 4

**4.** Bir öğretmen, basit makinelerin uygulanan kuvvetin yönünü değiştirebileceğini öğretmeyi amaçlamaktadır.

**Öğretmen, bu amaçla hazırladığı ders planında,**

I. bayrağa bağlı ipin aşağı doğru çekilirken bayrağın yukarı çıkması,

II. bisikletin el frenine uygulanan kuvvetin etkisi ile bisikletin yavaşlaması,

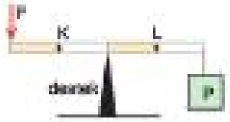
III. eğik düzlem boyunca itilen bir yükün, daha yüksek bir yere ağırlığından daha küçük bir kuvvetle çıkarılması,

**olaylarından hangilerini örnek olarak kullanabilir?**

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II
D) I ve III E) I, II ve III

Fi Yayınları

**5.** Şekildeki kaldıraç düzeneğinde P yükü F kuvveti ile dengededir.




**Buna göre,**

I. Destek K noktasına getirilirse, düzenekte kuvvetten kayıp olur.

II. Destek L noktasına getirilirse, düzenekte kuvvetten kazanç olur.

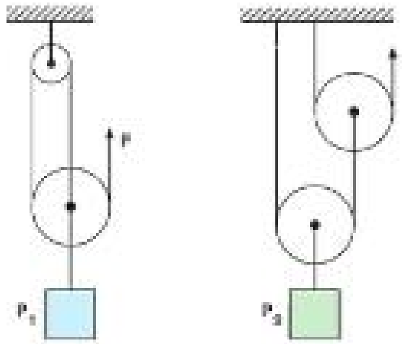
III. Yük L noktasına getirilirse, düzenekte kuvvetten kazanç olur.

**yargılarından hangileri doğrudur?**
(Çubuk eşit bölmeli ve kütlesi önemsizdir.)

A) I ve II B) II ve III C) I ve III

D) Yalnız I E) I, II ve III

**7.** Makara ağırlıkları ve sürtünmenin önemsiz olduğu düzeneklerde $P_1$ ve $P_2$ ağırlıklı cisimler F büyüklüğündeki düşey kuvvetle şekildeki gibi dengededir.

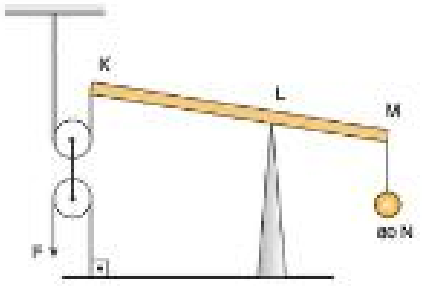



**Buna göre, $\frac{P_1}{P_2}$ oranı kaçtır?**

A) $\frac{3}{4}$ B) 1 C) $\frac{4}{3}$ D) $\frac{3}{5}$ E) $\frac{5}{3}$

Fi Yayınları

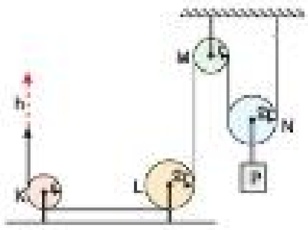
**6.** Ağırlığı önemsenmeyen çubuk ve makaraların bulunduğu sistem F kuvveti ile dengededir.




**KL = 4LM olduğuna göre, F kuvveti kaç N dur?**

A) 5 B) 10 C) 15 D) 20 E) 25

**8.** Düşey kesiti verilen ve r, 2r yarıçaplı makaralarla şekildeki gibi kurulan düzenekte K makarasının çevresinden geçen ip h kadar çekiliyor.



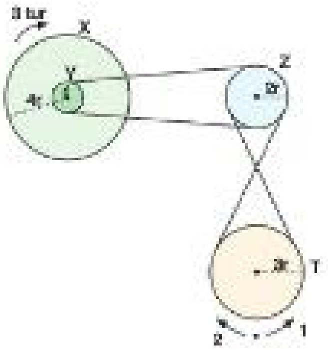

**Buna göre; K, L, M ve N makaralarından hangilerinin tur sayıları eşit olur?**

A) K ve M B) L ve M C) M ve N

D) K ve L E) K, L ve N

Test - 9 1-C 2-D 3-C 4-C 5-E 6-D 7-A 8-A

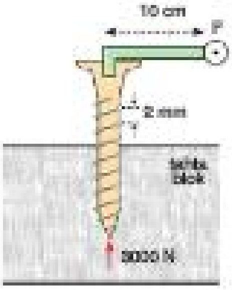
**1.** 4r, r, 2r ve 3r yarıçaplı X, Y, Z ve T kasnaklarından oluşan şekildeki düzenekte, X ok yönünde 3 tur döndürülüyor.




**Buna göre, T kasnağı hangi yönde kaç tur döner?**
(X ve Y merkezleri çakışacak biçimde perçinlidir.)

A) 1 yönünde, 4 tur
B) 2 yönünde, 4 tur
C) 2 yönünde, 2 tur
D) 1 yönünde, 3 tur
E) 1 yönünde, 1 tur

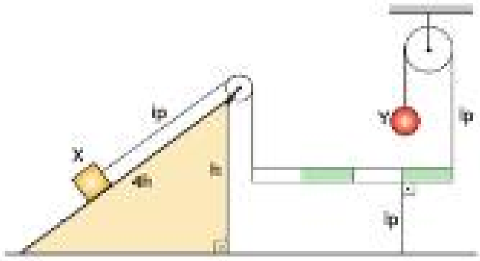
**2.** Tahta zeminde, adımı 2 mm, vida başına takılı kol uzunluğu 10 cm olan vida, F kuvveti uygulanarak sabit hızla döndürülüyor.




**Tahta bloğun tepkisi 3000 N olduğuna göre, F kuvvetinin büyüklüğü kaç N dur?** ($\pi = 3$)

A) 1 B) 5 C) 10 D) 50 E) 100

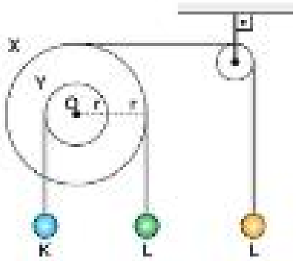
**3.** Sürtünmelerin önemsenmediği düzenekte X, Y cisimleri ile ağırlığı önemsenmeyen eşit bölmeli çubuk şekildeki gibi dengededir.




**X cisminin ağırlığı $P_X$, Y cisminin ağırlığı $P_Y$ olduğuna göre, $\frac{P_X}{P_Y}$ oranı kaçtır?**

A) 1 B) 2 C) $\frac{3}{2}$ D) $\frac{4}{3}$ E) $\frac{5}{3}$

**4.** Aynı mile perçinli X ve Y silindirleri ile yapılan çıkrık düzeneğinde iplere bağlı K ve L küreleri şekildeki gibi dengededir.

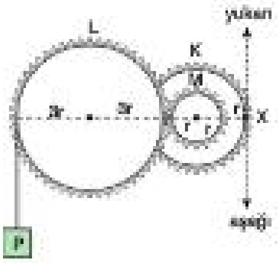



**K küresinin ağırlığı $P_K$, L küresinin ağırlığı $P_L$ olduğuna göre, $\frac{P_K}{P_L}$ oranı kaçtır?**

A) 1 B) 2 C) 4 D) 6 E) 8

Fırt Yayınları

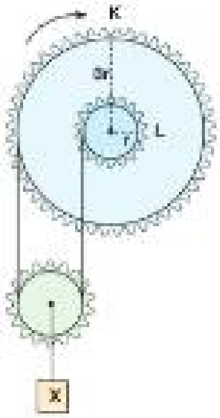
**5.** Şekilde düşey kesiti verilen düzenekte 2r yarıçaplı K dişlisine r yarıçaplı M dişlisi merkezleri çakışacak biçimde perçinlenmiştir.




**3r yarıçaplı L dişlisine asılı P ağırlıklı cismin verilen konumda dengede tutulabilmesi için K dişlisi üzerindeki X noktasına uygulanacak kuvvetin yönü ve şiddeti ne olmalıdır?**
(Sürtünmeler önemsizdir.)

A) Yukarı, P/2 B) Aşağı, P/2 C) Yukarı, P
D) Aşağı, P E) Yukarı, 2P

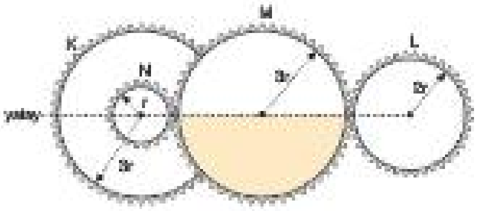
**6.** Bir X cismi, aynı merkezli ve perçinli r, 3r yarıçaplı K, L dişlilerine şekildeki gibi zincir ile asılıyor. K dişlisi ok yönünde bir tur döndürüldüğünde, X cismi h kadar yükseliyor.




**Buna göre, h yüksekliği kaç πr dir?**

A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 5

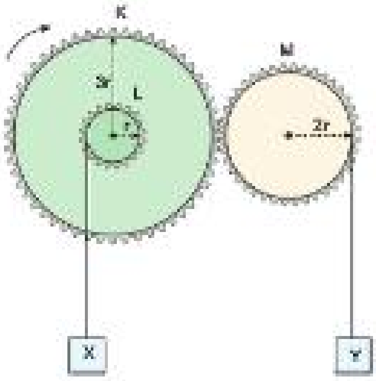
**7.** Şekildeki dişli düzeneğinde K, N, M, L dişlilerinin yarıçapları sırasıyla 3r, r, 3r, 2r dir. K dişlisi N dişlisine ortak merkezli olarak perçinlenmiştir. Dişliler şekildeki konumda dururken, K dişlisi $n_K$ kez döndürüldüğünde M dişlisi ilk kez aynı görünümü alıyor.




**Dişliler şekildeki konumda dururken L dişlisi $n_L$ kez döndürüldüğünde M dişlisi ilk kez aynı görünümü aldığına göre, $\frac{n_K}{n_L}$ oranı kaçtır?**

A) $\frac{1}{2}$ B) $\frac{1}{3}$ C) $\frac{1}{4}$ D) 1 E) 2

**8.** 3r, r, 2r yarıçaplı K, L, M dişlilerinden oluşan şekildeki düzenekte K ve L eşmerkezlidir. K dişlisi ok yönünde 2 tur döndürüldüğünde X, Y cisimleri $h_X$, $h_Y$ kadar yükseliyor.



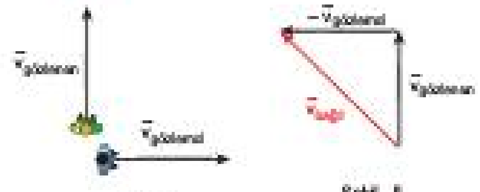

**Buna göre, $\frac{h_X}{h_Y}$ oranı kaçtır?**

A) $\frac{1}{2}$ B) $\frac{1}{3}$ C) $\frac{2}{3}$ D) 2 E) 5

Test - 10 1-E 2-C 3-D 4-C 5-A 6-D 7-E 8-B

# BAĞIL HAREKET

İki cismin birbirine göre hareketine **bağıl hareket**, iki cismin birbirine göre hızına ise **bağıl hız** denir.




Şekil - I　　Şekil - II

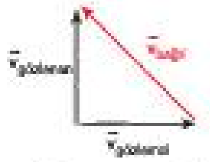
- Şekil - I deki yönlerde hareket eden iki hareketliden gözlenen kişinin gözlemciye göre bağıl hızı, Şekil - II deki gibi; gözlenen cismin hız vektöründen, gözlemcinin hız vektörü çıkarılarak bulunur.

$$\vec{v}_{bağıl} = \vec{v}_{gözlenen} - \vec{v}_{gözlemci}$$

  › Hız vektörel bir büyüklük olduğundan, bağıl hız bulunurken vektörel çıkarma işlemi yapılmalıdır.

**Bilgi**

Bir hareketlinin diğer bir hareketliye göre bağıl hızını pratik olarak bulmak için,




hız vektörlerinin başlangıç noktası aynı yerde olmak şartıyla, şekildeki gibi gözlemcinin hız vektörünün ucundan, gözlenenin hız vektörünün ucuna bir vektör çizilir. Bu vektör, gözlenenin gözlemciye göre bağıl hızıdır.

## Aynı Doğrultuda Sabit Hızla Hareket Eden İki Cismin Birbirine Göre Bağıl Hızı

Aynı doğrultuda hareket eden cisimler, aynı yönde ya da zıt yönde hareket edebilirler.

- Aynı doğrultuda hareket eden Şekil - I deki K, L ve M hareketlilerinde K nin L ye göre hızı ($\vec{v}_{KL}$) ile L nin M ye göre hızı ($\vec{v}_{LM}$) Şekil - II deki gibi bulunur.

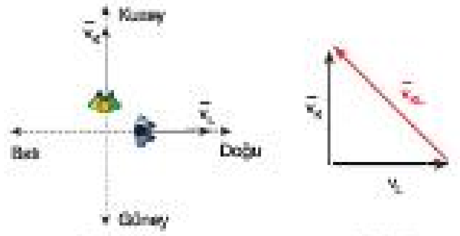
Şekil - I　　Şekil - II

**Not**

Aynı doğrultuda hareket eden araçlardan birindeki gözlemci, aynı yönde ve daha hızlı giden bir aracı kendisiyle aynı yönde gidiyormuş gibi görürken daha yavaş giden aracı ise zıt yönde gidiyormuş gibi görür.

## Farklı Doğrultularda Sabit Hızla Hareket Eden İki Cismin Birbirine Göre Bağıl Hızı

- Farklı doğrultularda hareket eden Şekil - I deki K ve L hareketlilerinden K nin L ye göre hızı ($\vec{v}_{KL}$) Şekil - II deki gibi bulunur.




Şekil - I　　Şekil - II

**Bilgi**

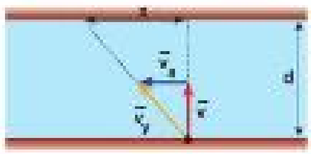
Aşağıda verilen üç soruda da gözlenen K, gözlemci ise L dir.

K nin, L ye göre hızı nedir? L gözlemcisi, K yi hangi hızla hareket ediyormuş gibi görür? K gözlemcisi, yalnız L ye bakarak kendini, hangi hızla hareket ediyormuş gibi görür?

## Hareketli Bir Ortamdaki Sabit Hızlı Cisimlerin Birbirine Göre Bağıl Hızı

- Cisimlerin hareketli ortamlar içerisinde sahip oldukları kendi hızlarına **ortama göre hız**, cisimlerin hareketli ortamlar içerisinde sahip oldukları kendi hızlarıyla, ortamın hızının bileşkesine ise cismin **yere göre hızı** denir.

- Akıntı hızının $\vec{v}_A$ olduğu, d genişliğindeki nehirde suya göre $\vec{v}$ hızıyla yüzmeye başlayan yüzücünün yere göre hızı $\vec{v}_y$ şekildeki gibi bulunur.

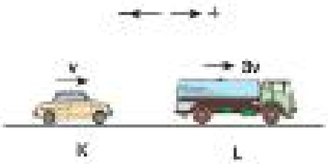



  › Cisimler ırmakta yere göre hızın ($\vec{v}_y$) yönünde hareket ederek karşı kıyıya çıkarlar. Akıntıda kalma süresi t ise, yüzücünün hedefinden sapma miktarı, $x = v_A.t$ dir.

  › Irmakta karşıya geçme süresi, yüzücünün hızının akıntıya dik olan bileşeni ile ırmağın genişliğine bağlıdır. Akıntı hızına bağlı değildir. Şekildeki nehirde karşıya geçme süresi, $t = \frac{d}{v}$ dir.

## Örnek - 1

Doğrusal yoldaki K, L araçları + yönde v, 3v hızlarıyla şekildeki gibi hareket etmektedirler.




**Buna göre, K aracının sürücüsü L aracını hangi hızla hareket ediyormuş gibi görür?**

A) –v B) +v C) +2v D) –2v E) +3v

## Çözüm

K aracının sürücüsü L aracını,

$\vec{v}_{LK} = \vec{v}_L - \vec{v}_K$ hızı ile hareket ediyormuş gibi görür. Buna göre;

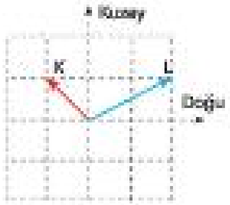
$\vec{v}_{LK} = +3v - (+v) \Rightarrow \vec{v}_{LK} = +2v$ olur.

Bu durumda K aracının sürücüsü L aracını, + yönde 2v büyüklüğündeki hızla hareket ediyormuş gibi görür.

Cevap C

## Örnek - 2

Aynı düzlemde hareket eden K ve L araçlarının hız vektörleri şekildeki gibidir.

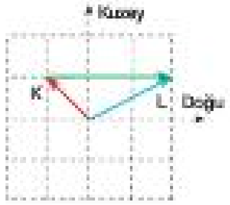



**Buna göre, K aracının sürücüsü L aracını hangi yönde hareket ediyormuş gibi görür?**

A) Kuzey B) Güney C) Doğu D) Batı E) Kuzeydoğu

## Çözüm

Pratik bir yöntem olarak şekildeki gibi K aracının hız vektörünün ucundan L aracının hız vektörünün ucuna doğru çizilen vektör, K sürücüsünün L aracını gördüğü hız vektörü olur.




Şekildeki gibi yeşil renkte gösterilen bu vektör de doğu yönünde olduğu için K aracının sürücüsü L aracını doğu yönünde görür.

Cevap C

## Örnek - 3

Akıntı hızının 4 m/s olduğu bir ırmakta, akıntıya ters yönde suya göre 6 m/s hız büyüklüğüyle t = 0 anında harekete geçen Ali, bu şekilde 10 s yüzdükten sonra yine aynı suya göre hız büyüklüğüyle akıntı yönünde 20 s yüzüyor.

**Buna göre, t = 30 s anında Ali'nin ilk harekete başladığı noktaya uzaklığı kaç m dir?**

A) 200 B) 180 C) 160 D) 140 E) 120

## Çözüm

Akıntıya zıt yönde yüzerken Ali'nin yere göre hızının büyüklüğüne $v_1$, akıntı yönünde yüzerken Ali'nin yere göre hızına $v_2$ diyelim.

Buna göre, $v_1 = 6 - 4 = 2$ m/s ve $v_2 = 6 + 4 = 10$ m/s olur.

Ali önce akıntıya zıt yönde 10 s yüzdüğünde 2.10 = 20 m yol gider.

Daha sonra akıntı yönünde 20 s yüzdüğünde ise 10.20 = 200 m yol gider.

Buna göre, Ali; t = 30 s anında ilk harekete başladığı noktaya, 200 – 20 = 180 m uzaklıkta olur.

Cevap B

Fi̇f Yayınları

**1.** Bir cismin hareketi, belirli bir noktaya göre tanımlanır. Buna referans noktası denir.

**Buna göre,**

I. Araçla hareket ederken kar tanelerinin aracın camına doğru geliyormuş gibi görülmesi

II. Bir köprü üzerinde durup nehri izleyen bir kişinin belirli bir süre sonra nehre zıt yönde hareket ettiği hissine kapılması

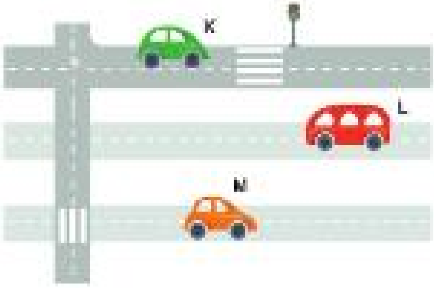
III. Durağa yaklaşmakta olan otobüsteki yolcuların, durakta bekleyen bir yolcuyu kendilerine doğru hareket ediyormuş gibi görmeleri

**olaylarından hangileri, bir cismin hareketinin referans noktasının hareketine bağlı olarak değişiklik gösterebileceğine örnek olarak verilebilir?**

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

**2.** Birbirine paralel yollarda hareket eden K, L, M otomobillerinin hızlarının büyüklüğü sabit ve sırasıyla v, v, 2v dir. K otomobilindeki gözlemci L otomobilini kendisinden uzaklaşıyormuş gibi, M'yi de kendisine yaklaşıyormuş gibi görüyor.




**Buna göre, otomobillerin hareket yönleri için,**

I. K ile L'nin yönleri aynı, M'ninki farklıdır.

II. K ile M'nin yönleri aynı, L'ninki farklıdır.

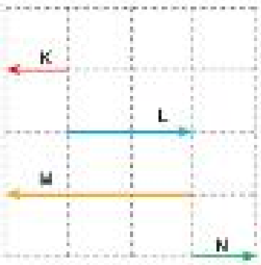
III. L ile M'nin yönleri aynı, K'ninki farklıdır.

**yargılarından hangileri doğru olabilir?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ya da II E) II ya da III

**3.** K, L, M, N hareketlilerinin yere göre hız vektörleri şekildeki gibidir.



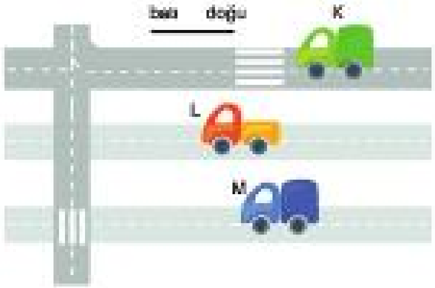

**Buna göre, hangi iki hareketlinin birbirine göre hızının büyüklüğü en küçüktür?**

A) K ile L nin B) L ile M nin

C) K ile M nin D) L ile N nin

E) K ile N nin

**4.** Birbirine paralel doğrusal yollarda sabit hızlarla batıya doğru hareket eden K, L, M araçlarından K nin L ye göre hızı doğu yönünde 10 m/s, L nin M ye göre hızı ise batı yönünde 20 m/s dir.




**Buna göre, K nin M ye göre hızı nedir?**

A) Batı yönünde 10 m/s

B) Doğu yönünde 10 m/s

C) Batı yönünde 20 m/s

D) Doğu yönünde 10 m/s

E) Duruyormuş gibi görür.

**5.** Doğu-batı doğrultusunda, yere göre sabit hızlarla hareket eden K, L, M araçlarından, K aracı batı yönünde hareket etmektedir.

**K aracının sürücüsü L yi doğuya M yi ise batıya gidiyormuş gibi gördüğüne göre,**

I. K nin sürati L ninkinden büyüktür.

II. L nin sürati M ninkinden büyüktür.

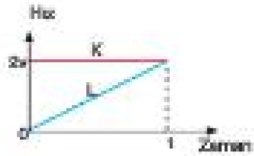
III. M nin sürati K ninkinden büyüktür.

**yargılarından hangileri <u>kesinlikle</u> doğrudur?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve III E) II ve III

**6.** Doğrusal yolda hareket eden ve başlangıçta yan yana olan K, L araçlarının *hız-zaman* grafiği şekildeki gibidir.




**Buna göre;**

I. K aracındaki gözlemci, L yi kendinden uzaklaşıyor gibi görür.

II. L aracındaki gözlemci, K yi kendine yaklaşıyormuş gibi görür.

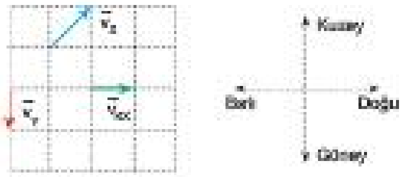
III. L aracındaki gözlemci, K yi yavaşlıyormuş gibi görür.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve II E) I ve III

**7.** X, Y cisimlerinin yere göre hızları $\vec{v}_X$, $\vec{v}_Y$ ile K cisminin X e göre hız vektörü $\vec{v}_{KX}$ şekildeki gibidir.



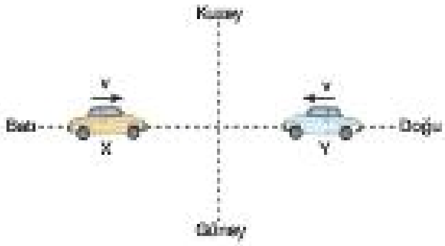

**Buna göre, K cisminin Y ye göre hızı hangi yöndedir?**

A) Kuzeybatı B) Güneydoğu

C) Kuzey D) Güneybatı

E) Kuzeydoğu

**8.** Yatay düzlemde, hareket eden araçlardan, X aracı doğu yönünde, Y aracı ise batı yönünde v büyüklüğündeki yere göre hızlarla şekildeki gibi hareket etmektedir.




**Kuzey-güney doğrultusunda hareket eden Z aracındaki gözlemci X i güneydoğu yönünde hareket ediyormuş gibi gördüğüne göre, Y aracındaki gözlemci Z aracını hangi yönde hareket ediyormuş gibi görür?**

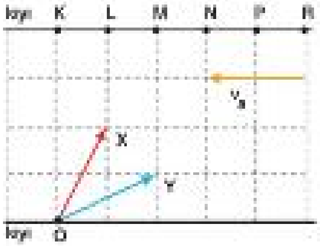
A) Kuzeybatı B) Güneydoğu

C) Kuzeydoğu D) Güneybatı

E) Kuzey

Test - 11 1-E 2-E 3-D 4-A 5-C 6-E 7-E 8-C

**1.** Akıntı hızının $v_s$ olduğu bir ırmakta O noktasından harekete geçen yüzücülerden X'in yere göre hız vektörü ile Y'nin suya göre hız vektörü şekildeki gibidir.




**Buna göre, yüzücüler karşı kıyıda hangi noktalara çıkarlar?**

A) X, K'ye, Y ise R'ye çıkar.

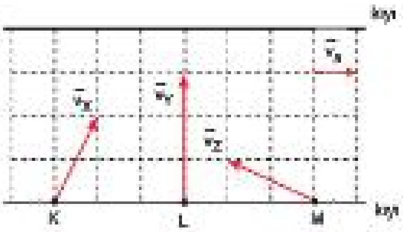
B) X, M'ye, Y ise K'ye çıkar.

C) X, P'ye, Y ise L'ye çıkar.

D) X, K'ye, Y ise N'ye çıkar.

E) X, M'ye, Y ise R'ye çıkar.

**2.** Akıntı hızının sabit ve $\vec{v}_s$ olduğu bir ırmakta K, L, M noktalarından harekete geçen X, Y, Z yüzücülerinin suya göre hızları $\vec{v}_X$, $\vec{v}_Y$, $\vec{v}_Z$ şekildeki gibidir.




**Buna göre, yüzücülerin karşı kıyıya ulaşma süreleri $t_X$, $t_Y$, $t_Z$ arasındaki ilişki nedir?**

A) $t_X > t_Y > t_Z$

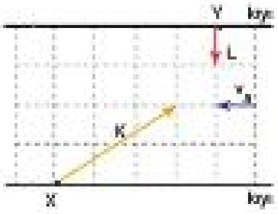
B) $t_Y > t_Z > t_X$

C) $t_Y > t_X > t_Z$

D) $t_Z > t_Y > t_X$

E) $t_Z > t_X > t_Y$

**3.** Akıntı hızının $v_s$ olduğu bir ırmakta X ve Y noktalarından aynı anda harekete geçen K ve L yüzücülerinin suya göre hızları şekildeki gibidir.




**Buna göre,**

I. Yüzücülerin karşı kıyıya ulaşma süreleri birbirine eşittir.

II. K yüzücüsü Y noktasında karşı kıyıya çıkar.

III. L yüzücüsü X noktasında karşı kıyıya çıkar.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I
B) Yalnız III
C) I ve II
D) II ve III
E) I, II ve III

Fıf Yayınları

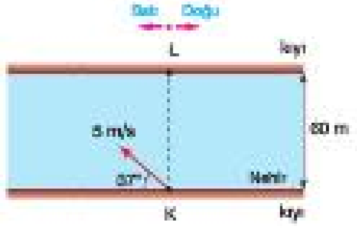
**4.** Bir uçak, batıdan doğuya doğru v sabit hızıyla esen rüzgârlı ortamda; K şehrinden L şehrine en az $t_1$ sürede, L şehrinden K şehrine ise en az $t_2$ sürede geliyor.

$\frac{t_1}{t_2} = \frac{5}{6}$ **olduğuna göre, uçağın havaya göre hızı kaç v'dir?**

(Uçağın hareketi boyunca havaya göre hızı sabittir.)

A) 8
B) 9
C) 10
D) 11
E) 12

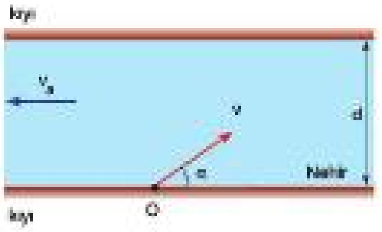
**5.** Genişliği 60 m olan şekildeki ırmakta, K noktasından suya göre 5 m/s hızla harekete geçen bir motor karşı kıyıya L noktasında varıyor.




**Buna göre, motor aynı suya göre hız büyüklüğü ile KL doğrultusunda harekete başlarsa, karşı kıyıya nerede varır?**
(sin 37° = 0,6 ; cos 37° = 0,8)

A) L noktasında
B) L noktasının 36 m batısında
C) L noktasının 36 m doğusunda
D) L noktasının 48 m batısında
E) L noktasının 48 m doğusunda

**7.** Akıntı hızının $v_s$ olduğu, d genişlikli ırmakta, bir motor suya göre v hızıyla yatayla α açısı yaparak şekildeki gibi O noktasından harekete başlıyor.

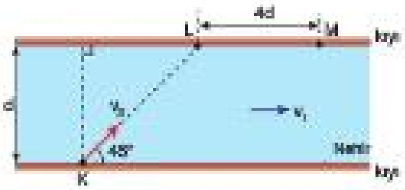



**Motorun karşı kıyıya geçme süresi t olduğuna göre, t nin artması için; $v_s$, d, v, α niceliklerinden hangileri tek başına artırılabilir?**

A) Yalnız d
B) Yalnız α
C) α ve $v_s$
D) α ve d
E) α, d ve $v_s$

Fil Yayınları

**6.** Akıntı hızının $v_1$ olduğu bir ırmakta suya göre $v_2$ hızıyla K noktasından L ye doğru yönelen bir yüzücü M noktasında karşı kıyıya çıkıyor.

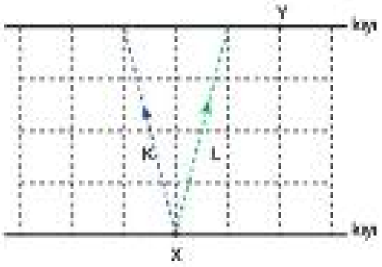



**Buna göre, $\frac{v_1}{v_2}$ oranı kaçtır?**

$(\sin 45 = \cos 45 = \frac{\sqrt{2}}{2})$

A) $\frac{1}{4}$
B) $2\sqrt{2}$
C) $\frac{\sqrt{2}}{4}$
D) $\frac{\sqrt{2}}{2}$
E) $\frac{1}{2}$

**8.** Bir ırmağın X noktasından, şekilde belirtilen yönlerde yüzmeye başlayan K, L yüzücüleri karşı kıyıdaki Y noktasına varıyorlar.




**K yüzücüsünün karşıya geçme süre $t_K$, L ninki $t_L$ olduğuna göre, $\frac{t_K}{t_L}$ oranı kaçtır?**

A) $\frac{1}{3}$
B) $\frac{1}{2}$
C) 1
D) 2
E) 3

Test - 12 1-B 2-E 3-D 4-D 5-E 6-B 7-D 8-E

# NEWTON'UN HAREKET YASALARI

Hareketteki değişmelerin sebepleri ve kuvvet ile hareket arasındaki ilişki Newton tarafından üç hareket yasası ile açıklanmıştır.

## Newton'un 1. Hareket Yasası: Eylemsizlik Prensibi

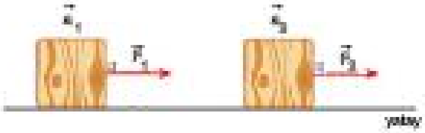
Newton'un Hareket Yasaları olarak bilinen yasalardan 1. si olan Eylemsizlik yasasına göre, bir cisme etki eden net kuvvetin sıfır olması halinde; cisim durgunsa, durmaya devam eder, hareketliyse, sabit hızla hareketine devam eder.

- Bir cismin kütlesinden dolayı ilk hareket durumunu değiştirmek isteyen etkilere karşı koymasına **eylemsizlik** denir. Eylemsizliğin etkisi hızlanan ya da yavaşlayan araçlardaki kişilerce hissedilir.
- Hareket halindeki otobüs, ani fren yaptığında ayaktaki yolcular ileri doğru, ani hızlandığında ise geriye doğru savrulurlar. Bunun nedeni, cisimlerin eylemsizliğidir.

## Newton'un 2. Hareket Yasası: Temel Prensip

Temel yasa ismiyle de bilinir. Bu yasaya göre, bir cisme uygulanan net kuvvet, o cisme ivmeli hareket yaptırır.

- Cisme uygulanan kuvvetin ivmeye oranı sabit ve cismin kütlesine eşittir.

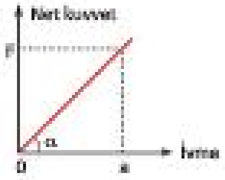



$$\frac{F_1}{a_1} = \frac{F_2}{a_2} = m = \text{sabit}$$

> Kütlesi m olan şekildeki cisme etki eden net kuvvetin büyüklüğü $F_{net}$ ve cismin ivmesinin büyüklüğü a arasındaki ilişki aşağıdaki formül ile bulunur.

$$F_{net} = m.a$$

> Bir cisme uygulanan net kuvvetin, cismin kazandığı ivmeye göre grafiği şekildeki gibidir. Grafiğin eğimi cismin kütlesine eşittir.




**Not**

Net kuvvet cismin hareketi yönünde ise cisim düzgün hızlanan, hareketin tersi yönünde ise düzgün yavaşlayan hareket yapar.

## Newton'un 3. Hareket Yasası: Etki-Tepki Prensibi

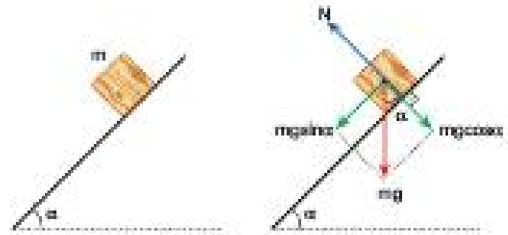
Etki-tepki yasası olarak isimlendirilen bu yasaya göre, bir cisim ikinci bir cisme kuvvet (etki) uyguladığında, ikinci cisim de zıt yönde kuvvet (tepki) uygular.

$$F_{etki} = F_{tepki}$$

- Durmakta olan futbol topuna vuran bir futbolcu topa bir etki uygular. Top da futbolcunun ayağına eşit ve zıt yönde kuvvet uygular. Bu iki kuvvet birbirini dengelemez. Çünkü bu kuvvetlerin her biri farklı cisimler üzerindedir. Eğer dengeleseydi top hareket etmezdi.

**Bilgi**

Sürtünmesiz eğik düzlemde serbest bırakılan Şekil - I deki m kütleli cisme ait serbest cisim diyagramı Şekil - II deki gibidir.




Şekil - I    Şekil - II

Cisme etki eden net kuvvet, $F_{net} = mg.\sin\alpha$ dır. Cismin ivmesi;

$F_{net} = m.a \Rightarrow mg.\sin\alpha = m.a \Rightarrow a = g.\sin\alpha$ bulunur.

Buna göre, cismin ivmesi; çekim ivmesi ve eğim açısına bağlı, kütleye bağlı değildir. Eğik düzlemin açısı arttıkça, cismin ivmesi de artar.

**Not**

Temas halindeki yüzeylerin birbirine göre hareketini engelleyen ya da yavaşlatan etkiye **sürtünme kuvveti** denir.

- Bir cisme etki eden sürtünme kuvvetinin büyüklüğü,
  > Sürtünmeli yüzeye uygulanan toplam dik kuvvetle doğru orantılıdır.
  > Sürtünen yüzeylerin her ikisinin de cinsine bağlıdır.
  > Cismin temas yüzeyinin alanına bağlı değildir.
- Sürtünme katsayısının k, zemindeki tepki kuvvetinin N olduğu bir ortamda, sürtünme kuvvetinin değeri, $F_s = k.N$ ile hesaplanır.
- Kayarak ilerleyen cisme etki eden sürtünme kuvveti cismin hareketine ters yöndedir.
- Dönerek ilerleyen cisme etki eden sürtünme kuvveti ise cismin hareketi ile aynı yöndedir.

Fil Yayınları

## Örnek - 1

Şekilde verilen cismin kütlesi m = 2 kg, cisimle yatay düzlem arasındaki statik sürtünme katsayısının değeri k = 0,3 tür.

**Buna göre, bu cismi harekete geçirebilecek en küçük yatay kuvvet kaç N dur?**
(g = 10 m/s²)

A) 3 B) 6 C) 15 D) 20 E) 30

## Çözüm

Cismi harekete geçirebilecek en küçük yatay kuvvetin değeri, cisme etkiyen statik sürtünme kuvvetinin en büyük değeri olmalıdır. Buna göre,
$F_S = k_{statik}.N \Rightarrow F_S = k_{statik}.mg = 0,3.2.10 \Rightarrow F_S = 6$ N olur.

Cevap

## Örnek - 2

Yatay ve sürtünmeli düzlem üzerinde durmakta olan m, 2m, 3m kütleli K, L, N cisimleri, şekildeki gibi F, 2F, 3F büyüklüğündeki yatay kuvvetlerle hareket ediyorlar.

**K, L, N cisimlerinin hareket ivmesinin büyüklüğü sırasıyla $a_K$, $a_L$, $a_N$ olduğuna göre, bunlar arasındaki ilişki nedir?**
(Cisimler ile yüzey arasındaki sürtünme katsayısı sabit ve aynıdır.)

A) $a_K < a_L < a_N$ B) $a_N < a_L < a_K$
C) $a_K = a_L < a_N$ D) $a_N < a_K = a_L$
E) $a_K = a_L = a_N$

## Çözüm

K, L, M cisimlerine etkiyen sürtünme kuvvetlerinin büyüklükleri,

$F_K = k.mg$, $F_L = k.2mg$, $F_M = k.3mg$ olur.

Newton' un ikinci hareket yasası cisimler için uygulanırsa;

$F - kmg = ma_K$

$2F - k.2mg = 2m.a_L$, $2.(F - k.mg) = 2m.a_L$ ise $F - k.mg = m.a_L$ olur.

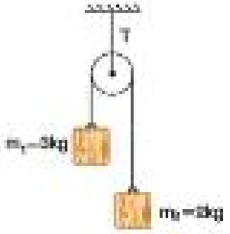
$3F - k.3mg = 3m.a_N$, $3.(F - k.mg) = 3m.a_N$ ise $F - k.mg = m.a_N$ olur.

Buna göre; $a_K = a_L = a_N$ bulunur.

Cevap E

## Örnek - 3

Şekildeki sürtünmesiz düzenekte cisimler serbest bırakıldığında makarayı tavana bağlayan ipteki gerilme kuvvetinin büyüklüğü T oluyor.

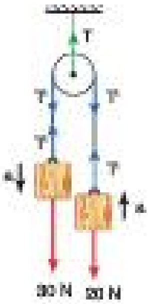



**$m_1$ = 3 kg, $m_2$ = 2 kg olduğuna göre; T kaç N dur?**
(g = 10 m/s², makara ağırlıksız)

A) 50 B) 48 C) 42 D) 36 E) 24

## Çözüm

Cisimlerin ağırlık kuvvetleri şekildeki gibi gösterildiğinde $m_1$ kütlesi aşağı yönde, $m_2$ kütlesi ise yukarı yönde a ivmesi ile harekete geçer.




Sistem için Newton'un ikinci hareket yasası uygulanarak kütlelerin hareket ivmesinin büyüklüğü olan a hesaplanırsa;

$30 - 20 = (3 + 2).a$

$a = 2$ m/s² olur.

$m_1$ kütlesi üzerinden ip gerilme kuvveti olan T' hesaplanırsa,

$30 - T' = 3.2 = 6$

$T' = 24$ N olur.

Makara hareketsiz olduğu için üzerindeki toplam kuvvetin sıfır olması için,
$T = 2T' \Rightarrow T = 2.24 \Rightarrow T = 48$ N bulunur.

Cevap B

Fırat Yayınları

**1.** Etki ve tepki kuvvetlerine ilişkin günlük hayatta karşılaşılan bazı olaylar aşağıda verilmiştir.

**Buna göre,**

I. Tenis raketi ile vurulduğunda tenis topunun şeklinin değişmesi olayında, raketin topa uyguladığı kuvvetin büyüklüğü, topun rakete uyguladığı kuvvetin büyüklüğüne eşittir.

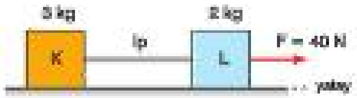
II. Dünya'nın Ay'ı çekmesi olayında Dünya'nın Ay'a uyguladığı kuvvet etki, Ay'ın Dünya'ya uyguladığı kuvvet tepkidir.

III. Masanın üzerinde duran bir bilgisayarın masaya uyguladığı kuvvet ile masanın bilgisayara uyguladığı kuvvetin bileşkesi sıfırdır.

**yargılarından hangileri kesinlikle doğrudur?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

**2.** Sürtünmesiz yatay bir düzlemde, şekildeki gibi birbirine iple bağlı 3 kg kütleli K cismi ile 2 kg kütleli L cismi yatay F = 40 N kuvveti ile çekilirken bir süre sonra ip kopuyor. K cisminin ip kopmadan önceki ivmesi $a_1$, L cisminin ip koptuktan sonraki ivmesi $a_2$ dir.




**Buna göre, $\frac{a_1}{a_2}$ oranı kaçtır?**

A) 4 B) 2 C) $\frac{2}{5}$ D) $\frac{4}{5}$ E) $\frac{2}{3}$

**3.** 3 kg ve 1 kg kütleli cisimler, şekildeki gibi birbirine iple bağlanıp serbest bırakıldıklarında yatay F = 10 N luk kuvvetin etkisinde a ivmesiyle hareket ederlerken ipteki gerilme kuvvetinin büyüklüğü T oluyor.

**Buna göre, a ve T nedir?**
(Sürtünmeler önemsiz, g = 10 m/s²)

| | a (m/s²) | T (N) |
|---|---|---|
| A) | 2 | 16 |
| B) | 2 | 10 |
| C) | 1 | 10 |
| D) | 3 | 16 |
| E) | 4 | 10 |

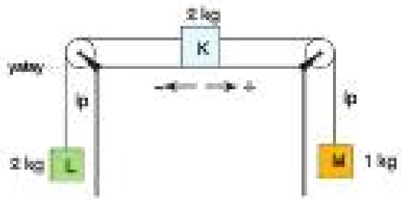
**4.** Sürtünmesiz yatay düzlemde, şekildeki gibi birbirine dokunacak biçimde konulmuş 1 kg kütleli X küpü ile 4 kg kütleli Y küpü 50 N luk yatay kuvvetle itiliyor.

**Buna göre, hareket süresince X küpü Y küpüne kaç N luk etki kuvveti uygular?**

A) 50 B) 40 C) 30 D) 20 E) 10

Fen Yayınları

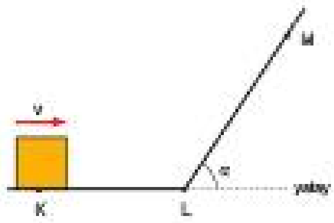
**5.** Şekildeki sürtünmesiz düzenekte birbirine iple bağlı K, L, M cisimleri serbest bırakılıyor.




**Buna göre, sistemin hareket yönü ve ivme büyüklüğü nedir?**
($g = 10\ m/s^2$)

| | Hareket yönü | Hareket ivmesi |
|---|---|---|
| A) | + | $2\ m/s^2$ |
| B) | + | $1\ m/s^2$ |
| C) | – | $2\ m/s^2$ |
| D) | – | $1\ m/s^2$ |
| E) | – | $4\ m/s^2$ |

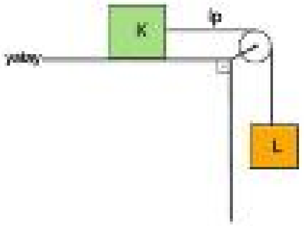
**6.** Şekildeki sürtünmesiz düzenekte K noktasından $v_K$ hızıyla fırlatılan bir cisim L noktasından $v_L$, M noktasından $v_M$ hızlarıyla geçiyor.




**Buna göre; $v_K$, $v_L$, $v_M$ arasındaki ilişki nedir?**

A) $v_K > v_L > v_M$
B) $v_K > v_L = v_M$
C) $v_K = v_L = v_M$
D) $v_K = v_L > v_M$
E) $v_L > v_K > v_M$

**7.** Şekildeki sürtünmesiz düzenekteki K, L cisimleri serbest bırakılıyor.




**K nın ağırlığı $P_K$, L ninki $P_L$ ve ip gerilmesi T olduğuna göre,**

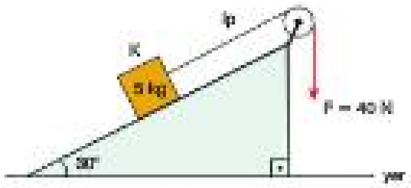
I. $P_L > P_K$
II. $P_L > T$
III. $P_K > P_L$

**yargılarından hangileri doğru olabilir?**

A) Yalnız III B) I ve II C) II ve III
D) I ve III E) I, II ve III

Fdf Yayınları

**8.** Düşey kesiti verilen şekildeki düzenekte 5 kg kütleli K sandığı ipe uygulanan F = 40 N büyüklüğündeki kuvvet ile çekiliyor.

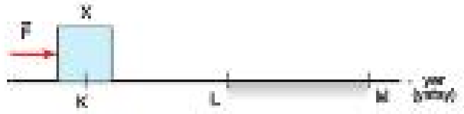



**Buna göre, K sandığının ivmesinin büyüklüğü kaç $m/s^2$ olur?**
($g = 10\ m/s^2$, $\sin 30° = \frac{1}{2}$, sürtünmeler önemsizdir.)

A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 5

Test - 13 1-A 2-C 3-A 4-B 5-C 6-D 7-E 8-C

**1.** Şekildeki yatay KLM yolunun KL bölümü sürtünmesiz, LM bölümü sürtünmelidir. KLM yolu boyunca, yola paralel sabit $\vec{F}$ kuvvetinin etkisinde, K noktasından harekete başlayan X cismi M noktasında duruyor. KL ve LM bölümünde cismin hareket ivmesinin büyüklüğü sırasıyla $a_{KL}$ ve $a_{LM}$ oluyor.




**Buna göre, cismin hareketi boyunca $a_{KL}$ ve $a_{LM}$ için ne söylenebilir?**
(Sürtünme katsayısı sabittir.)

| | $a_{KL}$ | $a_{LM}$ |
|---|---|---|
| A) | Sabit | Sabit |
| B) | Artan | Azalan |
| C) | Sabit | Artan |
| D) | Artan | Sabit |
| E) | Sabit | Azalan |

**2.** **Yatay düzlemdeki bir cisme etki eden kinetik ve statik sürtünme kuvvetleri ile ilgili,**

I. Statik sürtünme kuvvetinin en büyük değeri, kinetik sürtünme kuvvetine eşittir.

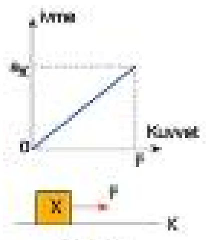
II. Cisim herhangi bir dış kuvvet olmaksızın hareketsiz dururken, statik sürtünme kuvvetinin değeri sıfırdır.

III. Kinetik sürtünme kuvvetinin değeri cismin hızı arttıkça artar.

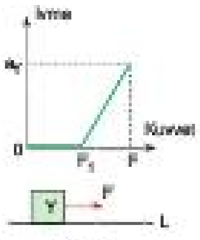
**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I  B) Yalnız II  C) I ve II
D) I ve III  E) II ve III

**3.** K ve L yatay yüzeylerinde hareket ettirilen X, Y cisimlerinin ivme–kuvvet grafikleri Şekil - I ve Şekil - II deki gibidir.




Şekil - I




Şekil - II

**Buna göre,**

I. L yüzeyi sürtünmelidir.

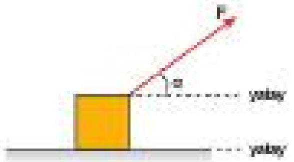
II. Y cismine etkiyen maksimum sürtünme kuvveti $F_1$ dir.

III. $a_X > a_Y$ dir.

**yargılarından hangileri <u>kesinlikle</u> doğrudur?**

A) Yalnız I  B) Yalnız II  C) I ve II
D) I ve III  E) II ve III

**4.** F kuvvetiyle şekildeki gibi çekilen cisim sabit hızla yatay düzlemde hareket ediyor.




**Cismin ağırlığı G olduğuna göre,**

I. Cisme etki eden bileşke kuvvet sıfırdır.

II. Cisme etki eden sürtünme kuvveti F.cosα ya eşittir.

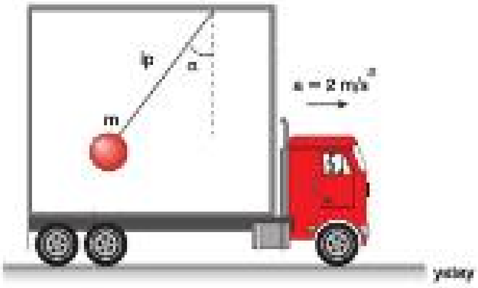
III. Yerin cisme tepkisi G – F sinα ya eşittir.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I  B) Yalnız II  C) I ve III
D) II ve III  E) I, II ve III

Fırat Yayınları

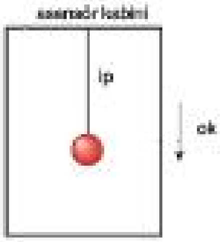
5. Bir kamyonun tavanına iple bağlı m kütleli cismin görünümü, kamyon gösterilen yönde sabit a = 2 m/s$^2$ ivmesi ile harekete başlayınca şekildeki gibi oluyor.




**İpin düşeyle yaptığı açı α olduğuna göre; tanα nın değeri kaçtır?**
(g = 10 m/s$^2$)

A) $\frac{1}{5}$ B) $\frac{2}{5}$ C) $\frac{3}{5}$ D) $\frac{3}{4}$ E) $\frac{5}{2}$

7. Hareket halindeki bir asansörün tavanına iple bağlı şekildeki cismin ağırlığı G dir.




**İpteki gerilme kuvvetinin büyüklüğü G den fazla olduğuna göre, asansör;**

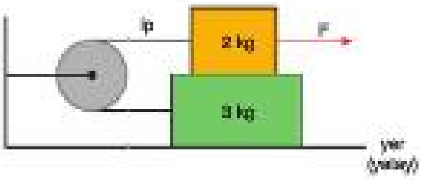
I. Ok yönünde yavaşlayan hareket yapmaktadır.
II. Oka ters yönde hızlanan hareket yapmaktadır.
III. Oka ters yönde düzgün doğrusal hareket yapmaktadır.

**yargılarından hangileri doğru olabilir?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) I, II ve III

Fitt Yayınları

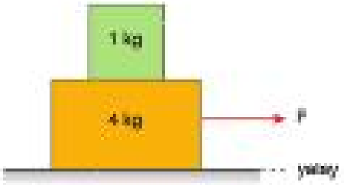
6. Şekildeki düzenekte yatay düzlem sürtünmesiz, cisimler arası ise sürtünmeli ve kinetik sürtünme katsayısı 0,6 dır. 2 kg kütleli cisme yatay $\vec{F}$ kuvveti uygulandığında cisimler 2m/s$^2$ büyüklüğündeki ivmeyle harekete geçiyorlar.




**Buna göre, $\vec{F}$ kuvvetinin büyüklüğü kaç N dur?**
(g = 10 m/s$^2$)

A) 12 B) 24 C) 28 D) 30 E) 34

8. Sürtünmesiz yatay düzlemde üst üste konulmuş 1 kg ve 4 kg kütleli cisimlere yatay F kuvveti şekildeki gibi uygulandığında cisimler beraber hareket ediyor.




**Cisimlerin arasındaki sürtünme katsayısı 0,4 olduğuna göre, F kuvvetinin büyüklüğü en fazla kaç N dur?**
(g = 10 m/s$^2$)

A) 25 B) 20 C) 15 D) 10 E) 5

Test - 14 1-A 2-B 3-C 4-E 5-A 6-E 7-D 8-B

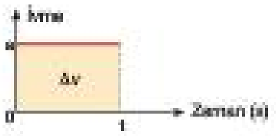
## BİR BOYUTTA SABİT İVMELİ HAREKET

Doğrusal bir yolda hareket eden aracın hızı düzgün olarak değişiyorsa, bu harekette ivme sabittir. Bu yüzden bu harekete **sabit ivmeli hareket** de denir.

### Düzgün Hızlanan Hareket

Bir doğru boyunca hareket eden ve hızı eşit zaman aralıklarında eşit miktarda artan cismin hareketine düzgün hızlanan hareket denir.

- Pozitif yönde düzgün hızlanan cismin hız vektörü $\vec{v}_0$ ile ivme vektörü $\vec{a}$ aynı yönlü olduğu için cismin ivme-zaman grafiği şekildeki gibi olur.



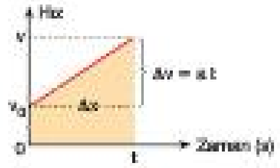

› İvme-zaman grafiğinin altında kalan alan hız değişimini verir.

$$\Delta v = a.t$$

› İlk hızı $v_0$ olan bir cismin t süre sonundaki $v_S$ hızı,

$$v_S = v_0 + \Delta v$$

- Düzgün hızlanan cismin ivmesi sabit olduğu için hız-zaman grafiği şekildeki gibi olur.




› Hız-zaman grafiğinin altında kalan alan yer değiştirmeyi verir.

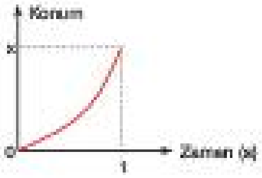
$$\Delta x = v_0.t + \frac{1}{2}a.t^2$$

› Hız-zaman grafiğinin eğimi ivmeyi verir.

- Düzgün hızlanan harekette cismin ilk hızı $v_0$, son hızı $v_S$ ise,

$$v_S^2 = v_0^2 + 2a.x$$

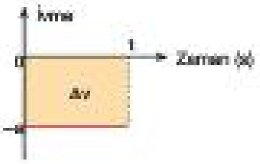
- Cisim hızlanan hareket yaptığı için cismin konum-zaman grafiği şekildeki gibi olur. Konum-zaman grafiğinin eğimi hızı verir.




### Düzgün Yavaşlayan Hareket

Bir doğru boyunca hareket eden ve hızı eşit zaman aralıklarında eşit miktarda azalan cismin hareketine düzgün yavaşlayan hareket denir.

- Pozitif yönde düzgün yavaşlayan cismin hız vektörü $\vec{v}_0$ ile ivme vektörü $\vec{a}$ zıt yönlü olduğu için, cismin ivme-zaman grafiği şekildeki gibidir.



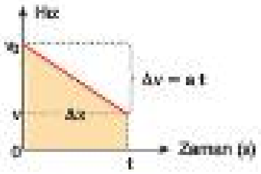

› İvme-zaman grafiğinin altında kalan alan hız değişimini verir.

$$\Delta v = -a.t$$

› İlk hızı $v_0$ olan bir cismin t süre sonundaki $v_S$ hızı,

$$v_S = v_0 - \Delta v$$

- Düzgün yavaşlayan cismin ivmesi sabit olduğu için hız-zaman grafiği şekildeki gibi olur.



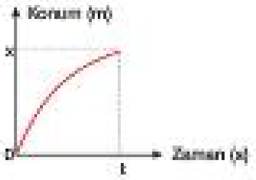

› Hız-zaman grafiğinin altında kalan alan yer değiştirmeyi verir.

$$\Delta x = v_0.t - \frac{1}{2}a.t^2$$

- Düzgün yavaşlayan harekette cismin ilk hızı $v_0$, son hızı $v_S$ ise,

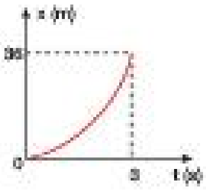
$$v_S^2 = v_0^2 - 2a.x$$

- Cisim yavaşlayan hareket yaptığı için cismin konum-zaman grafiği şekildeki gibi olur. Konum-zaman grafiğin eğimi hızı verir.



## Örnek - 1

Durgun halden sabit ivmeyle harekete geçen bir cismin *konum-zaman* grafiği şekildeki gibidir.




**Buna göre, hareketlinin 3. saniyedeki anlık hızı kaç m/s dir?**

A) 9 B) 12 C) 15 D) 18 E) 24

## Çözüm

$x = \frac{1}{2}a.t^2$ ifadesinden aracın (0 - 3) s arasında yaptığı yer değiştirme bulunarak, aracın ivmesinin büyüklüğü hesaplanır. Buna göre;

$36 = \frac{1}{2}a.3^2 \Rightarrow 36 = \frac{9}{2}a \Rightarrow a = 8\ m/s^2$ olur.

$\Delta v = a.t$ ifadesinden de 3 s deki hız değişimi hesaplanırsa,

$\Delta v = 8.3 = 24$ m/s bulunur.

İlk hızı sıfır olduğu için aracın son hızı,

$v_s = v_0 + \Delta v \Rightarrow v_s = 0 + 24 = 24$ m/s dir.

Cevap E

Fiif Yayınları

## Örnek - 2

Doğrusal yolda bulunan ve ilk hızı 8 m/s olan bir araç 2 m/s² lik ivme ile düzgün hızlanarak 5 s de x yolunu alıyor.

**Buna göre, x kaç m dir?**

A) 25 B) 40 C) 65 D) 75 E) 90

## Çözüm

$x = v_0.t + \frac{1}{2}.a.t^2$ formülünden,

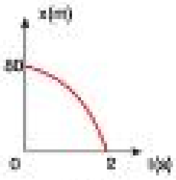
$x = 8.5 + \frac{1}{2}.2.5^2$

$x = 40 + 25 = 65$ m dir.

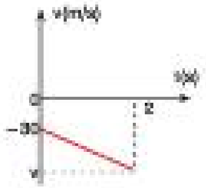
Cevap C

## Örnek - 3

*Konum-zaman* grafiği Şekil - I deki gibi olan bir hareketliye ait *hız-zaman* grafiği Şekil - II deki gibidir.




Şekil - I




Şekil - II

**Buna göre, hareketlinin t = 2 s anındaki v hızının büyüklüğü kaç m/s dir?**

A) 50 B) 45 C) 40 D) 35 E) 20

## Çözüm

Şekil - I deki konum - zaman grafiğinden hareketlinin (0 - 2) s aralığında (–) yönde 80 m yer değiştirme yaptığı görülür.

Bu durumda Şekil - II deki hız - zaman grafiğinin altındaki alanın büyüklüğü de 80 m olmalıdır.

Buna göre hız- zaman grafiğindeki yamuğun alanı hesaplanırsa;

$80 = \frac{(30 + v).2}{2} \Rightarrow v = 50$ m/s bulunur.

Cevap A

## Örnek - 4

Sürtünmesi önemsiz, doğrusal KLM yolunun L noktasından 10 m/s sabit hızla Y cismi geçtiği anda, K noktasından X cismi 20 m/s hızla geçerek a sabit ivmesiyle yavaşlamaya başlıyor. X cismi Y cismine M noktasında yetişiyor.

**KL = 50 m, LM = 100 m olduğuna göre, a kaç m/s² dir?**

A) $\frac{1}{2}$ B) 1 C) $\frac{3}{2}$ D) 2 E) $\frac{5}{2}$

## Çözüm

Y cismi M noktasına sabit hızla gideceği için LM yolunu alma süresi,

$x = v.t \Rightarrow 100 = 10.t \Rightarrow t = 10$ saniyedir.

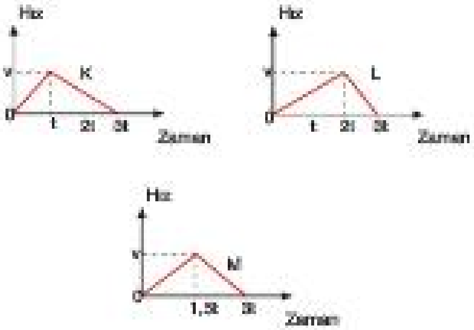
Bu süre aynı zamanda X cisminin M ye ulaşma süresidir.

$x = v_0.t - \frac{1}{2}.a.t^2 \Rightarrow 150 = 20.10 - \frac{1}{2}.a.10^2$

$150 = 200 - 50a \Rightarrow 50a = 50 \Rightarrow a = 1\ m/s^2$ bulunur.

Cevap B

**1.** Doğru boyunca hareket eden K, L ve M hareketlilerine ait hız - zaman grafikleri şekildeki gibidir.




**Buna göre, hareketlilerin 0 - 3t zaman aralığındaki yer değiştirmeleri $x_K$, $x_L$ ve $x_M$ nin büyüklükleri için aşağıdakilerden hangisi doğrudur?**

A) $x_K = x_L > x_M$

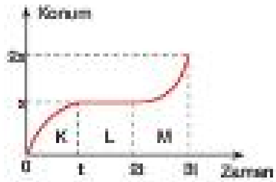
B) $x_M > x_K = x_L$

C) $x_K > x_L > x_M$

D) $x_L > x_K > x_M$

E) $x_K = x_L = x_M$

**2.** Doğrusal yoldaki bir hareketlinin *konum-zaman* grafiği şekildeki gibidir.




**Buna göre, hareketli ile ilgili;**

I. K aralığında hız vektörünün yönü ile ivme vektörünün yönü zıttır.

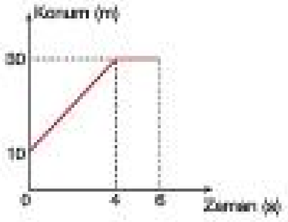
II. L aralığında durmaktadır.

III. M aralığında hız vektörünün yönü ile ivme vektörünün yönü aynıdır.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I
B) I ve II
C) I ve III
D) II ve III
E) I, II ve III

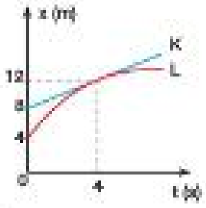
**3.** Doğrusal yolda hareket eden ve *konum-zaman* grafiği şekildeki gibi olan cismin (0-4) s ve (4-6) s aralıklarındaki sürati sırasıyla $v_1$, $v_2$ dir.




**Buna göre; $v_1$, $v_2$ aşağıdakilerden hangisidir?**

| | $v_1$ (m/s) | $v_2$ (m/s) |
|---|---|---|
| A) | 20 | 0 |
| B) | 10 | 30 |
| C) | 30 | 10 |
| D) | 5 | 0 |
| E) | 20 | 30 |

**4.** Doğrusal yolda hareket eden ve *konum-zaman* grafikleri şekildeki gibi olan K ve L hareketlilerinden K nin grafiği t = 4 s anında L nin grafiğine teğettir.




**Buna göre, hareketli;**

I. (0 - 4) s aralığında K hızlanan hareket yapmaktadır.

II. (0 - 4) s aralığında L nin ortalama hızının büyüklüğü 2 m/s dir.

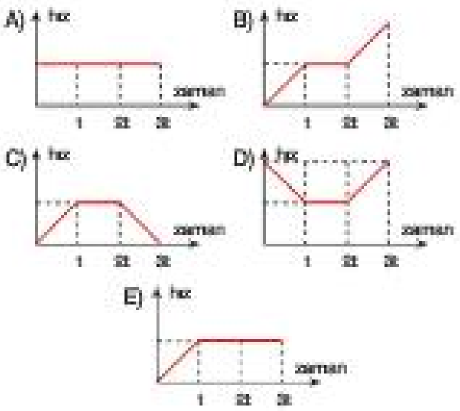
III. t = 4 s anında L nin hızının büyüklüğü 1 m/s dir.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

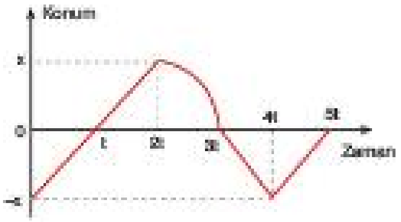
A) Yalnız II
B) I ve II
C) I ve III
D) II ve III
E) I, II ve III

**5.** Durgun halden harekete geçen bir hareketlinin *ivme-zaman* grafiği şekildeki gibidir.

**Buna göre *hız-zaman* grafiği aşağıdakilerden hangisi gibidir?**



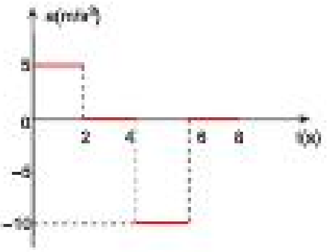

**6.** Doğrusal yolda hareket eden bir hareketlinin *konum-zaman* grafiği şekildeki gibidir.




**Buna göre, hareketli hangi anlarda yön değiştirmiştir?**

A) t ve 2t
B) 2t ve 3t
C) t, 3t ve 4t
D) t ve 3t
E) 2t ve 4t

**7.** Doğrusal bir yolda, durgun halden harekete geçen bir arabanın *ivme-zaman* grafiği şekildeki gibidir.

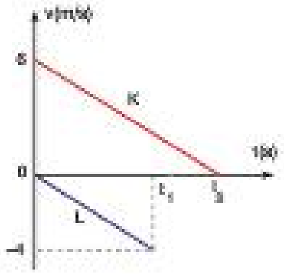



**Buna göre, 8. saniyede arabanın harekete başladığı noktaya göre konumu nedir?**

A) 5 m ileride
B) 5 m geride
C) 10 m geride
D) 10 m ileride
E) 20 m ileride

FT Yayınları

**8.** Doğrusal yolda hareket eden K ve L hareketlilerine ait *hız-zaman* grafiği şekildeki gibidir.

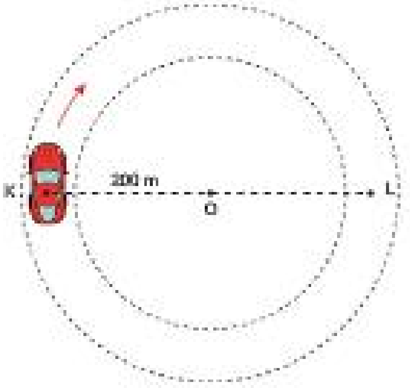



**Hareketlilerin ivmelerinin büyüklükleri eşit olduğuna göre, grafikte verilen $t_1$ ve $t_2$ anlarının oranı, $\frac{t_1}{t_2}$ kaçtır?**

A) $\frac{2}{3}$
B) $\frac{3}{2}$
C) $\frac{1}{3}$
D) $\frac{3}{4}$
E) $\frac{3}{5}$

Test - 15 1-E 2-E 3-D 4-D 5-B 6-E 7-D 8-A

**1.** Yarıçapı 200 m olan şekildeki O merkezli yolun K noktasından sabit 15 m/s süratle harekete geçen araç, bir süre sonra L noktasına ilk kez varıyor.




**Buna göre, bu aracın KL noktaları arasındaki ortalama hızı kaç m/s dir? ($\pi$ = 3 alınız.)**

A) 8 B) 10 C) 12 D) 18 E) 20

**2.** Lüleburgaz, Edirne arası karayolu mesafesi 75 km dir.

**Lüleburgaz'dan yola çıkan bir araç 1,5 saat sonra Edirne'ye ulaştığına göre, aracın yol boyunca ortalama sürati kaç km/h tir?**

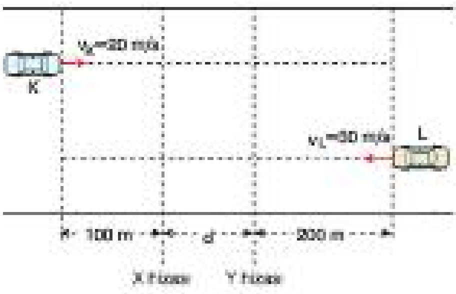
A) 40 B) 50 C) 60 D) 70 E) 75

**3.** Doğrusal bir yolda 3 m/s sabit hızla koşmakta olan bir atlet, durmakta olan bir aracın yanından geçtikten 20 saniye sonra, araç 15 m/s sabit hızla harekete başlıyor.

**Buna göre, araç atleti kaç saniye sonra yakalar?**

A) 3 B) 4 C) 5 D) 6 E) 8

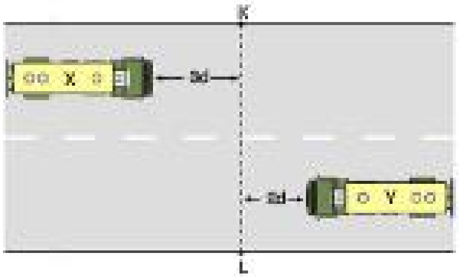
**4.** Doğrusal bir yolda sabit 20 m/s hızla hareket eden K aracı ile sabit 30 m/s hızla hareket eden L aracı t = 0 anında şekildeki konumlardan geçiyor. t anında K aracının ön ucu Y hizasına, L aracının ön ucu ise X hizasına geliyor.




**Buna göre, d mesafesi kaç metredir?**

A) 100 B) 200 C) 300 D) 400 E) 500

**5.** Paralel yollarda birbirine doğru sabit hızlarla ilerleyen X, Y tırlarının $t_0$ = 0 anında KL çizgisine uzaklıkları şekildeki gibi 3d, 2d dir. X ve Y tırlarının ön uçları t anında, son uçları da 2t anında KL çizgisine varıyor.

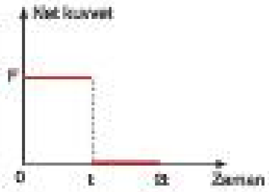



**Buna göre; X, Y tırlarının boylarının toplam uzunluğu kaç d dir?**

A) 10 B) 8 C) 7 D) 5 E) 4

Yayınları

**6.** t = 0 anında durmakta olan cisme etkiyen net kuvvetin zamanla değişim grafiği şekildeki gibidir.




**Buna göre, cisim;**

I. 0 - t aralığında düzgün hızlanmıştır.

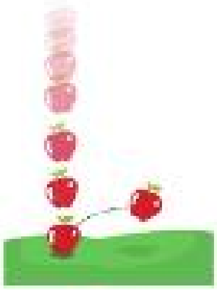
II. t - 2t aralığında sabit hızlıdır.

III. 0 - t aralığında sabit ivmelidir.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I  B) Yalnız II  C) I ve II  D) II ve III  E) I, II ve III

**7.**



**Aşağıda verilen olaylardan hangisinde, cismin yaptığı hareket ivmeli hareket değildir?**

A) Ağaçtan elmanın düşmesi

B) Düz bir rayda trenin sabit hızla gitmesi

C) Yeşil ışıkta harekete geçmek için otomobilin hızlanması

D) Kaydıraktan serbest bırakılan çocuğun kayması

E) Kırmızı ışıkta durmak için otobüsün yavaşlaması

**8.** Doğrusal yolda 20 m/s hızla hareket etmekte olan bir otomobilin şoförü 85 m uzaklıktaki trafik polisinin dur işaretini gördüğü anda frene basarak a ivmesi ile düzgün yavaşlıyor.

**Otomobil durduğu anda, polis ile arasındaki mesafe 5 m olduğuna göre, a kaç $m/s^2$ dir?**

A) 5  B) 4  C) 2,5  D) 2  E) 1,5

**9.** İlk hızı $v_0$ olan bir araç 8 $m/s^2$ ivme ile doğrusal yolda hızlanarak (0 - 1) s aralığında 40 metre yol alıyor.

**Buna göre, araç aynı ivme büyüklüğü ile hızlanmaya devam ederse (0 - 3) s aralığında toplam kaç metre yol alır?**

A) 72  B) 96  C) 124  D) 144  E) 160

**10.** Doğrusal yolda 50 m/s hızla gitmekte olan bir araç 10 $m/s^2$ ivme ile düzgün yavaşlayarak 105 m yol alıyor.

**Buna göre, bu yolun sonunda arabanın hızının büyüklüğü kaç m/s dir?**

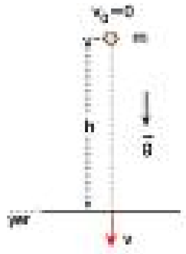
A) 10  B) 20  C) 25  D) 30  E) 40

Test - 16  1-B  2-B  3-C  4-A  5-D  6-E  7-B  8-C  9-D  10-B

## HAVANIN OLMADIĞI ORTAMDA SERBEST DÜŞME

Sürtünmelerin ve hava direncinin ihmal edildiği ortamda şekildeki gibi yerden h kadar yükseklikten bir cisim serbest bırakıldığında yer çekimi kuvvetinin etkisiyle yere doğru düzgün hızlanan hareket yapmaya başlar.

- Cismin ilk hızının sıfır olduğu bu harekete, **serbest düşme hareketi** denir.
  - Serbest düşen bir cisim, – yönde düzgün hızlanan hareket yapmaktadır.




- Serbest düşme hareketi sabit ivmeli bir harekettir ve hareketin ivmesi, Newton'un II. yasasından,

  $F_{net} = m.a \Rightarrow mg = ma \Rightarrow a = g$

  - Buna göre, havanın olmadığı ortamdaki atış hareketlerinde kütlenin etkisi yoktur.

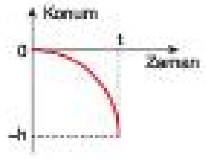
- Serbest düşme yaparak t sürede yere ulaşan bir cismin düştüğü yükseklik h,

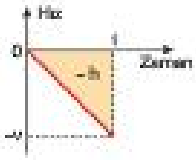
$$h = \frac{1}{2} g.t^2$$

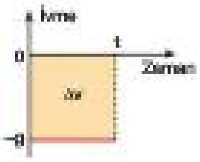
- Serbest düşme yaparak t sürede yere ulaşan bir cismin yere çarpma hızı v;

$$v = g.t$$

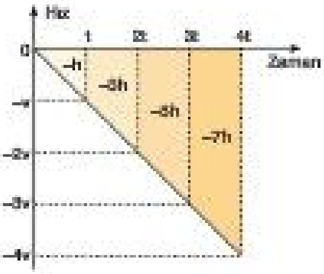
- Serbest düşmeye bırakılan cismin hareketine ait konum-zaman, hız-zaman ve ivme-zaman grafikleri aşağıdaki gibidir.



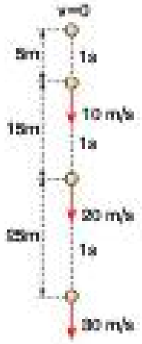




- Hız-zaman grafiğinin altındaki alan cismin düştüğü yüksekliği verdiğinden, her t sürede cismin aldığı yol (0 - t) zaman aralığında aldığı yolun tek katları şeklinde artar.

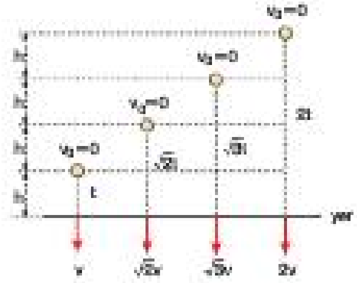



- Yer çekimi ivmesi g = 10 m/s² olarak alındığında hareketin yol ve hız formüllerine göre her 1 saniyelik zaman aralığında; hızı 10 m/s artarken, alınan yollar şekildeki gibi 5 m, 15 m, 25 m, 35 m ...... biçiminde artar.




**Bilgi**

Serbest düşmeye bırakılan bir cisim, h yüksekliğinden yere t sürede düşüp v hızıyla yere çarpıyorsa, cismin serbest düşmeye bırakıldığı yükseklik h nin tam katları olacak şekilde artırıldığında yere çarpma süresi ve çarpma hızı şekildeki gibi olur.



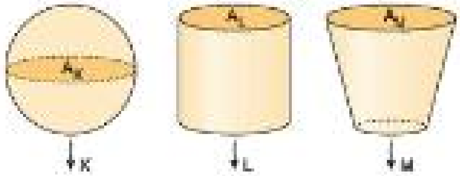
## HAVA DİRENCİNİN OLDUĞU ORTAMDA LİMİT HIZ

Hava ortamında hareket etmekte olan cisimlere hızlarının karesiyle orantılı olacak şekilde hareket yönlerine ters yönde olan bir direnç kuvveti etki eder.

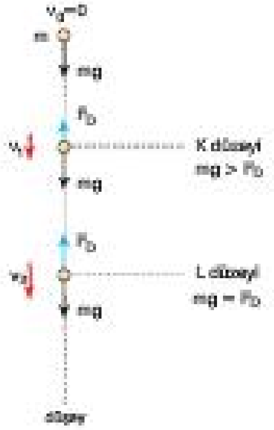
- Cismin hareketine dik en büyük kesit alanı A, cismin hızı v, hava sürtünme katsayısı k ise, cisme etkiyen hava direnç kuvveti ($F_D$) aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$F_D = K.A.v^2$$

- Sürtünmeli bir ortamda serbest düşmeye bırakılan şekildeki küre, silindir ve kesik koni biçimli K, L, M cisimleri için hareketlerine dik en büyük kesit alanları şekildeki taralı $A_K$, $A_L$ ve $A_M$ alanlarıdır.




- Hava ortamında serbest bırakılan m kütleli bir cisim başlangıçta şekildeki gibi yer çekimi kuvvetinin etkisinde hızlanır.



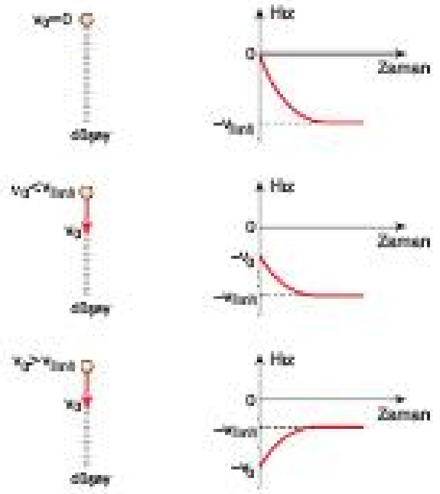

> Cismin hızı arttıkça hava direnç kuvveti oluşmaya ve değeri de artmaya başlar. Cisim K düzeyinden geçtiğinde hızı $v_1$ iken $F_D < mg$ olduğu için cisim hızlanmaya devam eder.

> Cisim L düzeyinden geçtiğinde hızı $v_2$ iken $F_D = mg$ olduğu için cisim bu düzeyden itibaren $v_2$ hızıyla sabit hızlı hareket yapmaya başlar.

> $v_2$ hızı cismin ulaşabileceği en büyük hız, yani cismin limit hızıdır. Bu anda, cisme etki eden hava direnç kuvveti cismin ağırlığına eşit büyüklüktedir.

> $F_D = mg \Rightarrow F_D = K.A.v^2_{limit}$ ifadesi kullanılarak limit hız hesaplanabilir.

- Sürtünmeli ortamda serbest düşmeyle bırakılan, limit hızdan küçük bir hızla ve limit hızdan büyük bir hızla düşey aşağıya fırlatılan cisimlerin hız-zaman grafikleri şekillerdeki gibidir.



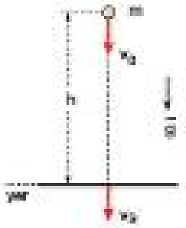

Fırat Yayınları

## HAVANIN OLMADIĞI ORTAMDAN DÜŞEY ATIŞ HAREKETİ

### Yukarıdan Aşağıya Düşey Atış Hareketi

Sürtünmelerin ve hava direncinin önemsiz olduğu ortamda şekildeki gibi h yüksekliğinden $v_0$ ilk hızıyla fırlatılan bir cismin yer çekimi kuvveti etkisiyle yere doğru yaptığı düzgün hızlanan harekete, **yukarıdan aşağıya düşey atış hareketi** denir.

- Bu hareket sabit ivmeli bir hareket olup hareketin ivmesi yer çekimi ivmesi olan $\vec{g}$ dir.




- h yüksekliğinden $v_0$ ilk hızıyla fırlatılan cisim yere t sürede çarpıyorsa,

$$h = v_0.t + \frac{1}{2}g.t^2$$

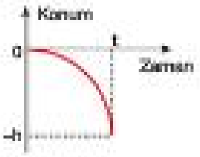
- Cismin son hızı $v_S$ ise,

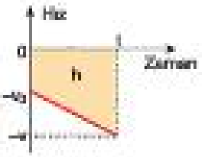
$$v_S = v_0 + g.t$$

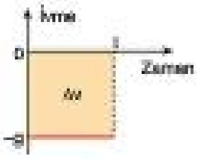
- Cisme ait zamansız hız denklemi,

$$v^2_S = v^2_0 + 2g.h$$

- Cismin hareketine ait konum-zaman, hız-zaman ve ivme zaman grafikleri aşağıdaki gibidir.

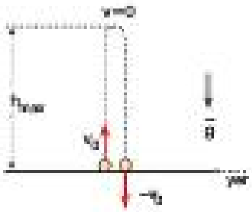



## Aşağıdan Yukarıya Düşey Atış Hareketi

Sürtünmelerin ve hava direncinin önemsiz olduğu ortamda şekildeki gibi yerden $v_0$ ilk hızıyla fırlatılan bir cisim yer çekimi kuvveti etkisiyle düzgün yavaşlayan hareket yaparak hızı sıfır olana kadar yukarı çıkar. Daha sonra da serbest düşme hareketi yaparak yere aynı $v_0$ hız büyüklüğüyle çarpar. Bu harekete **aşağıdan yukarıya düşey atış hareketi** denir.




- Bu hareket sabit ivmeli bir harekettir. Hareketin ivmesi yer çekimi ivmesi olan $\vec{g}$ dir. Hareket süresince ivmenin büyüklüğü ve yönü değişmez.

- $v_0$ ilk hızıyla aşağıdan yukarıya doğru fırlatılan cismin hızının sıfır olduğu andaki yere olan uzaklığına maksimum yükseklik $h_{max}$ denir.

$$h_{max} = \frac{v_0^2}{2g}$$

- Cismin maksimum yüksekliğe çıkması için geçen zaman $t_{çıkış}$, $h_{max}$ tan yere gelene kadar geçen zamana ise $t_{iniş}$ denir.

$$t_{çıkış} = t_{iniş} = \frac{v_0}{g}$$

- Cismin havada kaldığı toplam süreye $t_{uçuş}$ denir.

$$t_{uçuş} = \frac{2v_0}{g}$$

- Yerden $v_0$ ilk hızıyla fırlatılan bir cismin t süre sonra yerden yüksekliği h ise,

$$h = v_0 t - \frac{1}{2} g.t^2$$

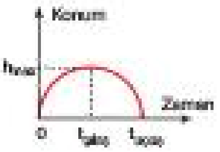
- Cismin son hızı $v_s$ ise,

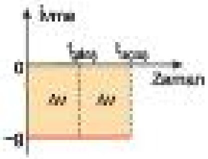
$$v_s = v_0 - g.t$$

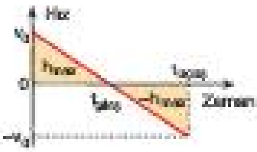
- Cisme ait zamansız hız denklemi,

$$v_s^2 = v_0^2 - 2g.h$$

- Cismin hareketine ait konum-zaman, hız-zaman ve ivme-zaman grafikleri şekillerdeki gibidir.

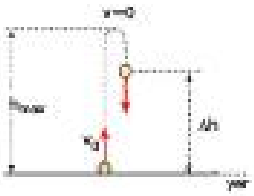


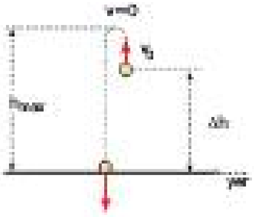




### Not

Şekildeki cisim atıldığı noktaya göre (+) yönde Δh kadar yer değiştirmiştir. Buna göre, $\Delta h = v_0 t - \frac{1}{2} g t^2$ dir.




Şekildeki cisim atıldığı noktaya göre (–) yönde Δh kadar yer değiştirmiştir. Buna göre, $-\Delta h = v_0 t - \frac{1}{2} g t^2$ dir.



## Örnek - 1

Sürtünmesiz ortamda serbest düşmeye bırakılan şekildeki cisim, $h_1$ yüksekliğini $t_1$ sürede $h_2$ yüksekliğini $t_2$ sürede alıyor.

**$\dfrac{t_1}{t_2} = 2$ olduğuna göre, $\dfrac{h_1}{h_2}$ oranı kaçtır?** ($g = 10\ m/s^2$)

A) 1 B) $\dfrac{1}{2}$ C) 2 D) $\dfrac{3}{4}$ E) $\dfrac{4}{5}$

### Çözüm

$t_1 = 2$ s, $t_2 = 1$ s olarak düşünülürse cismin uçuş süresi 3 saniye olur.

Buna göre; $h_1 = \dfrac{1}{2}.g.t_1^2 \Rightarrow h_1 = \dfrac{1}{2}.10.2^2 \Rightarrow h_1 = 20$ m

$h_1 + h_2 = \dfrac{1}{2}.g.t^2_{uçuş} \Rightarrow 20 + h_2 = \dfrac{1}{2}.10.3^2 \Rightarrow h_2 = 25$ m olur.

Buradan; $\dfrac{h_1}{h_2} = \dfrac{20}{25} \Rightarrow \dfrac{h_1}{h_2} = \dfrac{4}{5}$ bulunur.

Cevap E

## Örnek - 2

Sürtünmesiz ortamda bulunan K ve L cisimlerinden, K cismi 50 m/s hızla düşey yukarı atıldığı anda, L cismi de 10 m/s hızla düşey aşağıya atılıyor. K ve L cisimleri t süre sonra çarpışıyorlar.

**Başlangıçta K ile L arasındaki uzaklık 180 m olduğuna göre, t kaç saniyedir?** ($g = 10\ m/s^2$)

A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 5

### Çözüm

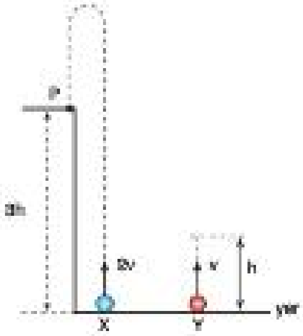
K cismi düşey yukarı atıldığından hızı her saniye yer çekimi ivmesi kadar yani 10 m/s azalacaktır. L cismi ise düşey aşağı atıldığından hızı her saniye yer çekimi ivmesi kadar yani 10 m/s artacaktır. Bu nedenle K ile L nin hızları toplamı sürekli sabit ve $50 + 10 = 60$ m/s dir.

Aralarındaki 180 m mesafeyi, hızları toplamı olan sabit 60 m/s hızla aldıklarından, $x = v.t \Rightarrow 180 = 60.t \Rightarrow t = 3$ s dir.

Cevap C

## Örnek - 3

Sürtünmelerin önemsenmediği ortamda, X cismi düşey yukarı 2v hızıyla atıldığında şekildeki yörüngeyi izleyerek 3h yüksekliğindeki P noktasına 10 m/s hızla çarpıyor. Y cismi ise v hızıyla düşey yukarı atıldığında çıkabileceği maksimum yükseklik h oluyor.




**Buna göre, X cisminin uçuş süresi kaç saniye dir?** ($g = 10\ m/s^2$)

A) 2 B) 2,5 C) 3 D) 3,5 E) 4

### Çözüm

$v^2 = v_0^2 - 2gh$ zamansız hız ifadesi X ve Y cisimleri için yazılırsa;

X cismi için, $100 = 4v^2 - 2g.3h = 4v^2 - 6gh$

Y cismi için, $0 = v^2 - 2gh \Rightarrow v^2 = 2gh$ olur.

Bu ifade X için yazılan ifadede yerine yazılırsa,

$100 = 4v^2 - 3.(2gh) \Rightarrow 4v^2 - 3v^2 = v^2$ olur.

Buna göre, $v^2 = 100 \Rightarrow v = 10$ m/s bulunur.

X cisminin atılma hızı, $2v = 20$ m/s olur.

X cismi 10 $m/s^2$ ivme ile yukarı çıkarken her 1 s de hızını 10 m/s azaltacağından dolayı maksimum yüksekliğe 2 s de ulaşır.

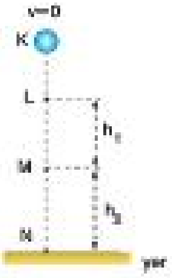
Bu noktadan da serbest düşeceği için cisim aynı ivme ile hızını her 1 s de 10 m/s artırır.

P noktasına geldiğinde hızı 10 m/s olduğu için 1s süre geçmiştir.

Buna göre, X cismi P noktasına gelene kadar toplam 3 s havada kalmıştır.

Cevap C

1. Hava sürtünmesinin önemsenmediği bir ortamda K noktasından serbest düşmeye bırakılan bir cisim şekildeki KL, LM ve MN yüksekliklerini eşit sürede alıyor.




Buna göre, $\frac{h_1}{h_2}$ oranı kaçtır?

A) $\frac{1}{4}$ B) 1 C) 2 D) $\frac{3}{5}$ E) $\frac{1}{2}$

2. Hava sürtünmesinin önemsenmediği bir ortamda h yüksekliğinden birer saniye ara ile damlatılan su damlalarından 1. damla yere çarptığı anda 4. damla serbest bırakılıyor.

Buna göre, h kaç metre dir?
($g = 10\ m/s^2$)

A) 5 B) 20 C) 45 D) 80 E) 125

3. Hava sürtünmesinin önemsenmediği bir ortamda serbest düşmeye bırakılan bir cisim hareketinin son saniyesinde 55 m yol alıyor.

Buna göre, cismin düştüğü yükseklik kaç m dir?
($g = 10\ m/s^2$)

A) 180 B) 150 C) 125 D) 100 E) 80

4. Ay'ın yüzeyindeki çekim ivmesi Dünya'nın yüzeyindekinden küçüktür. İki cisimden biri Ay'da diğeri de Dünya'da aynı yükseklikten serbest bırakılıyor.

Buna göre,

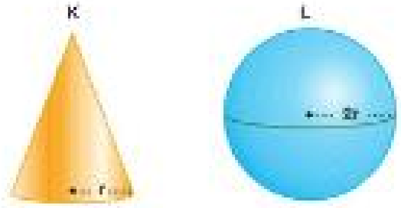
I. Ay'daki cisim Dünya'dakine göre daha kısa sürede yere çarpar.
II. Ay'daki cisim Dünya'dakine göre daha küçük bir süratle yere çarpar.
III. Ay'daki cisme etkiyen net kuvvet, Dünya'dakine göre daha küçüktür.

yargılarından hangileri kesinlikle doğrudur?
(Sürtünmeler önemsizdir.)

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve III E) II ve III

Yayınları

5. Yeterli bir yükseklikten şekildeki gibi serbest bırakılan m ve 2m kütleli K konisi ile L küresinin eriştikleri limit hızlar sırasıyla $v_K$ ve $v_L$ dir.




Buna göre, $\frac{v_K}{v_L}$ oranı kaçtır?
(Sürtünme katsayısı iki cisim için de aynıdır.)

A) 1 B) 2 C) $\sqrt{2}$ D) 4 E) $2\sqrt{2}$

**6.** Özdeş K, L cisimlerinden K cismi hava sürtünmesinin olmadığı vakumlanmış bir ortamda L cismi ise hava sürtünmesinin olduğu bir ortamda aynı yükseklikten serbest bırakılıyor.

K cismi $t_K$ süre sonra yere $v_K$ hızıyla çarparken, L cismi ise $t_L$ süre sonra yere $v_L$ hızıyla çarpıyor.

**Buna göre, $t_K$ ve $t_L$ ile $v_K$ ve $v_L$ arasındaki ilişki nedir?**

A) $t_K < t_L$ ve $v_K < v_L$ dir.
B) $t_K < t_L$ ve $v_L < v_K$ dir.
C) $t_L < t_K$ ve $v_K < v_L$ dir.
D) $t_L < t_K$ ve $v_L < v_K$ dir.
E) $t_K = t_L$ ve $v_K = v_L$ dir.

**7.** Hava sürtünmesinin önemsenmediği bir ortamda aralarındaki düşey uzaklık 45 m olan K, L cisimlerinden K cismi 15 m/s hızla düşey aşağı yönde atıldığı anda L cismi de serbest bırakılıyor.

**Buna göre, cisimlerle ilgili aşağıdaki yargılardan hangisi doğrudur?** ($g = 10\ m/s^2$)

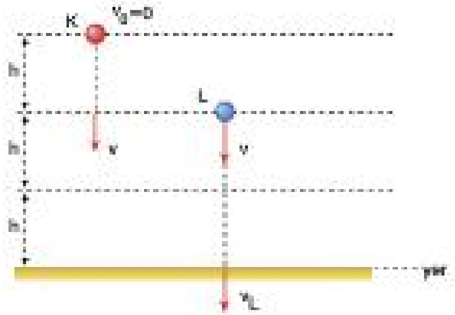
A) K ve L aynı anda yere çarparlar.
B) K, L den 1 s önce yere çarpar.
C) K, L den 1 s sonra yere çarpar.
D) K, L den 1,5 s önce yere çarpar.
E) K, L den 1,5 s sonra yere çarpar.

**8.** Hava sürtünmesinin önemsenmediği bir ortamda yerden 44 m yükseklikteki K cismi v hızıyla düşey aşağı yönde şekildeki gibi atılıyor.

**K cismi yere 32 m/s süratle çarptığına göre, v kaç m/s dir?** ($g = 10\ m/s^2$)

A) 2  B) 6  C) 12  D) 18  E) 22

**9.** Sürtünmesiz bir ortamda serbest düşmeye bırakılan K cismi şekildeki gibi h yüksekliğini düştüğünde hızının büyüklüğü v oluyor.

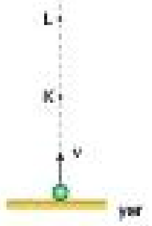



**Buna göre, yerden 2h yüksekliğinden aşağı yönde v büyüklüğündeki hızla atılan L cisminin yere çarpma hızının büyüklüğü $v_L$ kaç v dir?**

A) 1  B) $\sqrt{2}$  C) $\sqrt{3}$  D) 2  E) 3

Test - 17  1-D  2-C  3-A  4-B  5-C  6-B  7-A  8-C  9-C

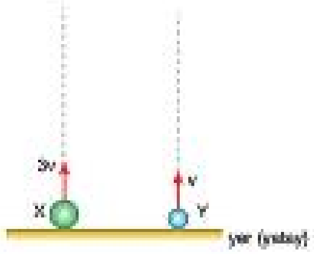
1. Hava sürtünmesinin önemsenmediği bir ortamda yerden şekildeki gibi v hızıyla düşey yukarıya doğru fırlatılan cisim K noktasından 30 m/s, L noktasından ise 10 m/s hızla geçiyor.




**Buna göre, KL arası düşey uzaklık kaç metredir?**
($g = 10\ m/s^2$)

A) 10 B) 20 C) 30 D) 40 E) 50

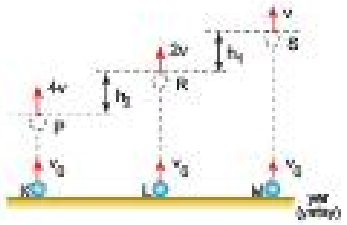
2. Sürtünmesiz ortamda X ve Y cisimleri şekildeki gibi 3v ve v hızlarıyla aynı anda düşey atılıyor. Cisimler atıldıktan 1 s sonra aralarındaki uzaklık 32 m oluyor.




**Buna göre, v kaç m/s dir?**
($g = 10\ m/s^2$)

A) 4 B) 8 C) 12 D) 16 E) 20

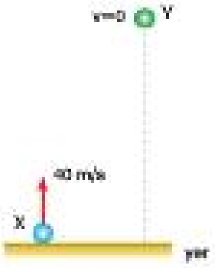
3. Hava direncinin önemsenmediği ortamda K, L, M noktalarından düşey olarak yukarı yönde aynı büyüklükteki hızlarla atılan cisimler P, R, S noktalarından sırasıyla 4v, 2v, v büyüklüğündeki hızlarla geçiyor.




**Buna göre, $\frac{h_1}{h_2}$ oranı kaçtır?**

A) $\frac{1}{2}$ B) $\frac{1}{5}$ C) $\frac{2}{3}$ D) $\frac{3}{5}$ E) $\frac{1}{4}$

4. Şekildeki X cismi 40 m/s hızla düşey olarak atıldığı anda Y cismi de serbest bırakılıyor. X cismi maksimum yüksekliğe çıktığı anda Y cisminin yere çarpmasına 45 m kalıyor.

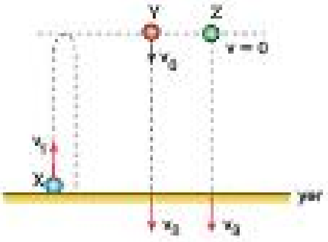



**Buna göre, Y cismi kaç saniye havada kalmıştır?**
($g = 10\ m/s^2$ ; sürtünmeler önemsenmiyor.)

A) 4 B) 4,5 C) 5 D) 6 E) 6,5

Fnf Yayınları

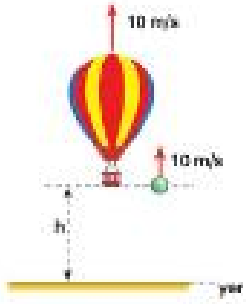
**5.** Sürtünmelerin önemsenmediği ortamda X cismi düşey yukarı $v_1$ hızıyla, Y cismi de düşey aşağı $v_0$ hızıyla atıldığında şekildeki yörüngeleri izlerken, Z cismi de serbest bırakılıyor.




**X, Y, Z cisimlerinin yere çarpma hızlarının büyüklükleri sırasıyla $v_1$, $v_2$, $v_3$ olduğuna göre, bunlar arasındaki ilişki nedir?**

A) $v_1 < v_2 < v_3$
B) $v_2 < v_3 < v_1$
C) $v_1 < v_2 = v_3$
D) $v_1 = v_3 < v_2$
E) $v_2 = v_3 < v_1$

**7.** 10 m/s sabit hızla yükselmekte olan bir balon h yüksekliğinden geçerken bir cisim balona göre 10 m/s hızla yukarı yönde atılıyor.

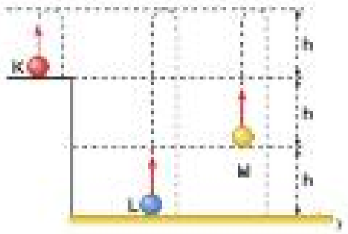



**Cisim 5 s de yere ulaştığına göre, h yüksekliği kaç m dir?**
($g = 10\ m/s^2$, sürtünmeler önemsizdir.)

A) 50 B) 45 C) 30 D) 25 E) 20

Prf Yayınları

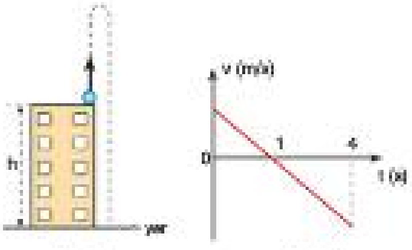
**6.** Sürtünmenin önemsiz olduğu ortamda şekildeki gibi düşey yukarı yönde atılan K, L, M cisimlerinin havada uçuş süreleri $t_K$, $t_L$, $t_M$ dir.




**Buna göre; $t_K$, $t_L$, $t_M$ arasındaki ilişki nedir?**

A) $t_M < t_L < t_K$
B) $t_L < t_K < t_M$
C) $t_K < t_M < t_L$
D) $t_M < t_K < t_L$
E) $t_K = t_L = t_M$

**8.** h yüksekliğindeki binanın tepesinden Şekil - I deki gibi düşey atılan bir cismin hız-zaman grafiği Şekil - II deki gibi oluyor.




Şekil - I Şekil - II

**Buna göre, h kaç metredir?**
($g = 10\ m/s^2$, sürtünmeler önemsizdir.)

A) 50 B) 45 C) 40 D) 35 E) 25

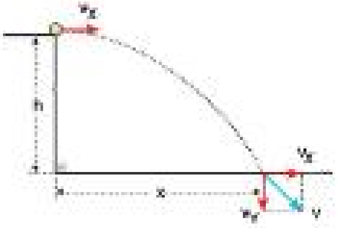
Test - 18 1-D 2-D 3-E 4-C 5-D 6-C 7-D 8-C

# İKİ BOYUTTA HAREKET

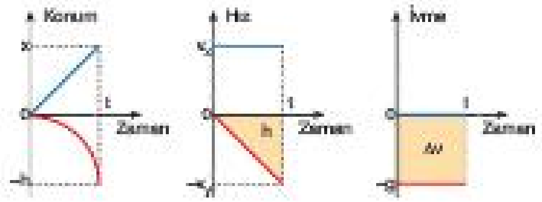
Hareketi süresince hem yatayda hem de düşeyde yer değiştiren bir cisim iki boyutta hareket yapar. İki boyutta hareket yatay atış ve eğik atış olmak üzere ikiye ayrılır.

## Yatay Atış Hareketi

Hava direncinin ve sürtünmelerin önemsiz olduğu bir ortamda $h$ yüksekliğinden $v_x$ yatay hızıyla fırlatılan cismin şekildeki gibi bir yörünge izleyerek yaptığı harekete **yatay atış hareketi** denir.

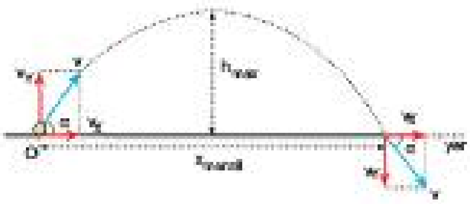



- Şekildeki cisim düşeyde serbest düşme hareketi, yatayda ise sabit hızlı hareket yapar. Bu nedenle cisim yere çarptığında yatayda $v_x$, düşeyde $v_y$ hızına sahiptir.
  - Cismin uçuş süresi t ise, $v_y = g.t$
  - Cismin yere çarpma hızı; $v^2 = v_x^2 + v_y^2$
  - Cismin düşeyde aldığı yol, $h = \frac{1}{2}gt^2$
  - Cismin yatayda aldığı yol, $x = v_x.t$ dır.
  - Yatay atış hareketinin yatay ve düşey eksenler üzerindeki hareketine ait *konum-zaman*, *hız-zaman* ve *ivme-zaman* grafikleri şekillerdeki gibidir.

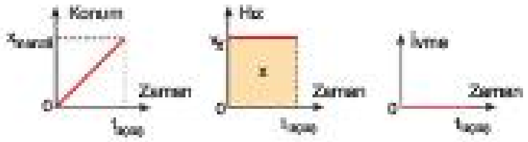


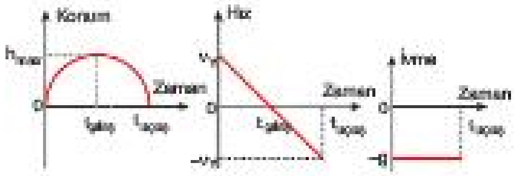

## Eğik Atış Hareketi

Hava direncinin önemsiz olduğu bir ortamda, yatayla $\alpha$ açısı yapacak biçimde $v$ hızıyla fırlatılan bir cismin, şekildeki gibi bir yörünge izleyerek yapmış olduğu harekete **eğik atış hareketi** denir.

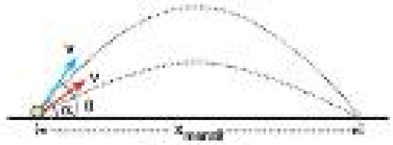



- Şekildeki cisim yatayda sabit hızlı hareket yaparken düşeyde yukarıya düşey atış yapar.
  - Cismin uçuş süresi, $t_{uçuş} = \frac{2v_y}{g}$
  - Cismin çıkabileceği maksimum yükseklik, $h_{max} = \frac{v_y^2}{2g}$
  - Cismin yatayda aldığı yol, $x_{menzil} = v_x.t_{uçuş}$
  - Cismin yatay ve düşey hızları ise, $v_x = v.\cos\alpha$ , $v_y = v.\sin\alpha$ dır.
  - Eğik atış hareketinin yatay ve düşey eksenler üzerindeki hareketine ait *konum-zaman*, *hız-zaman* ve *ivme-zaman* grafikleri şekillerdeki gibidir.



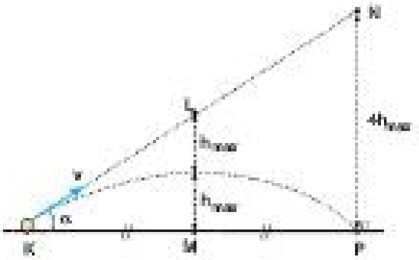




- Eğik atılan bir cismin menzilinin en büyük değerini alması için cismin 45° açı ile eğik atılması gerekir.
  - Bir cisim şekildeki gibi aynı hız büyüklüğüyle ve birbirini 90° ye tamamlayan açılarla eğik atıldığında menzil mesafesi aynı olur.



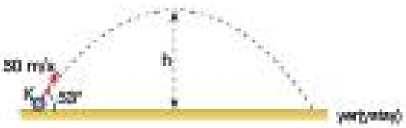

$\alpha + \theta = 90°$

- Eğik atılan bir cisim t sürede hedeflenen noktadan düşeyde h kadar sapıyorsa, $h = \frac{1}{2}.gt^2$ dır.
  - Buna göre, şekildeki LM yüksekliği $h_{max}$, NP yüksekliği $4h_{max}$ olur.



## Örnek - 1

Hava sürtünmesinin önemsenmediği ortamda, yerdeki K cismi şekildeki gibi 50 m/s hızla eğik olarak atılıyor.




**K cismi yörüngesi boyunca yerden en fazla h kadar yükseldiğine göre, h kaç m dir?**
($g = 10$ m/s$^2$, sin 53° = 0,8, cos 53° = 0,6)

A) 125 B) 80 C) 45 D) 20 E) 5

## Çözüm

K cisminin hızı düşey ve yatay bileşenlerine ayrılır.

$v_x = 50.\cos53 = 50.0,6 = 30$ m/s

$v_y = 50.\sin53 = 50.0,8 = 40$ m/s olur.

Eğik atılan cisimlerin çıktıkları maksimum yükseklik, $h_{max} = \dfrac{v_y^2}{2g}$ dir

Buna göre; $h_{max} = \dfrac{(40)^2}{2.10} = \dfrac{1600}{20} = 80$ m olur.

Cevap B

## Örnek - 2

**Sürtünmesiz hava ortamında bir kulenin tepesinden yatay olarak v hızı ile fırlatılan bir taşın hareketi ile ilgili aşağıdaki yargılardan hangisi <u>yanlıştır</u>?**

A) Taş iki boyutlu bir hareket yapar.
B) Taş, yer çekimi ivmesi ile düşey eksende ivmeli hareket yapar.
C) Taşın yatay fırlatılma hızı, yatay eksende alınan yolu doğru orantılı etkiler.
D) Taşın kütlesi, yere gelme süresini ters orantılı etkiler.
E) Kulenin yüksekliği taşın yere gelme süresini doğru orantılı etkiler.

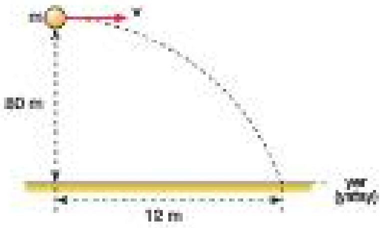
## Çözüm

Sürtünmesiz hava ortamında taşın kütlesinin, taşın yere gelme süresine bir etkisi olmaz. Yere gelme süresi; kulenin yüksekliğine ve yer çekimi ivmesine bağlıdır.

Cevap D

## Örnek - 3

Sürtünmesi önemsiz ortamda, 80 m yükseklikten v hız büyüklüğü ile yatay atılan cisim şekildeki gibi yatayda 12 m yol alıyor.




**Buna göre, v kaç m/s dir?**
($g = 10$ m/s$^2$)

A) 3 B) 6 C) 12 D) 24 E) 48

## Çözüm

Cisim 80 m yüksekliği serbest düşer.

Düşme süresi $h = \dfrac{1}{2}.g.t^2$ ifadesinden, $80 = \dfrac{1}{2}.10.t^2 \Rightarrow t = 4$ s dir.

Cisim bu süre içerisinde v yatay hızı ile yatayda 12 m yol gider.

Buna göre; $x = v.t \Rightarrow 12 = v.4 \Rightarrow v = 3$ m/s bulunur.

Cevap A

## Örnek - 4

Yatay düzlemdeki bir cisim v hızıyla yatayla 37° açı yapacak biçimde eğik olarak atılıyor.

**Cismin yörüngesi boyunca hızının en küçük değeri 12 m/s olduğuna göre, cismin menzil uzaklığı kaç m dir?**
(sin 37° = 0,6, cos 37° = 0,8, $g = 10$ m/s$^2$, sürtünmeler önemsizdir.)

A) 19,2 B) 38,4 C) 43,2 D) 21,6 E) 12,8

## Çözüm

Eğik atış hareketinde cismin yörüngesi üzerinde sahip olabileceği en küçük hız, cisim maksimum yüksekliğe ulaştığında sahip olduğu yatay hızdır. Bu hız cismin eğik olarak atılma hızı olan v nin yatay bileşenidir.

$v_x = v.\cos37° \Rightarrow 12 = v.0,8 \Rightarrow v = 15$ m/s dir.

v nin düşey hız bileşeni, $v_y = v.\sin37° \Rightarrow v_y = 15.0,6 = 9$ m/s dir.

Cismin yatay menzil uzaklığı, $x_{menzil} = v_x.t_{uçuş}$ ile hesaplanır.

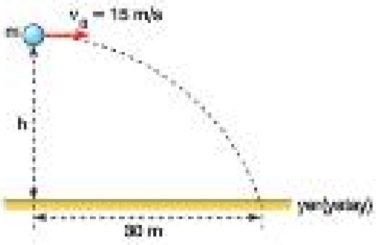
$t_{uçuş} = 2.\dfrac{v_Y}{g} = 2.\dfrac{9}{10} = 1,8$ s olur.

Buradan da, $x_{menzil} = 12.1,8 \Rightarrow x_{menzil} = 21,6$ m bulunur.

Cevap D

Yayınları

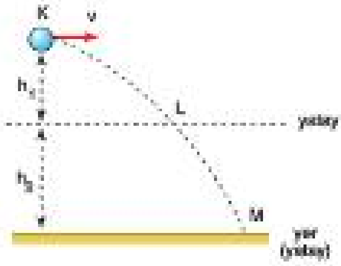
1. Sürtünmesi önemsiz ortamda, şekildeki gibi h yüksekliğinden $v_0 = 15$ m/s hızla yatay atılan cisim, yatayda 30 m yol alarak yere v hız büyüklüğüyle çarpıyor.




**Buna göre, h ve v nedir?** ($g = 10$ m/s$^2$)

| | h (m) | v (m/s) |
|---|---|---|
| A) | 35 | 20 |
| B) | 20 | 35 |
| C) | 20 | 20 |
| D) | 25 | 20 |
| E) | 20 | 25 |

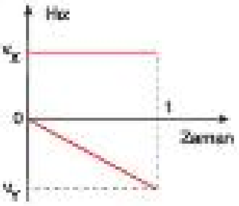
2. Sürtünmesiz ortamda, K noktasından yatay atılan cisim L noktasından geçerek M noktasında yere çarpıyor. Cisim KL arasını t sürede, LM arasını 2t sürede alıyor.




**Buna göre, $\frac{h_1}{h_2}$ oranı kaçtır?**

A) 2 B) 4 C) 8 D) $\frac{1}{4}$ E) $\frac{1}{8}$

3. Sürtünmesi önemsiz ortamda, belirli bir yükseklikten yatay atılan cismin yatay $v_X$ ve düşey $v_Y$ hızlarının zamanla değişimi şekildeki gibidir.




**Grafikteki $v_Y$ ve t değerleri bilindiğine göre,**

I. Cismin atıldığı yükseklik

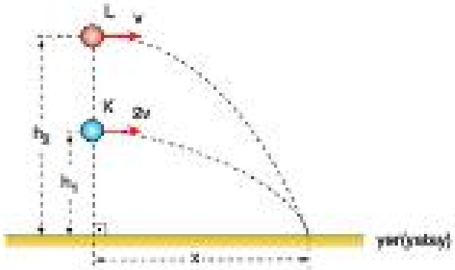
II. Cismin yatayda aldığı yol

III. Ortamdaki yer çekimi ivmesi

**niceliklerinden hangileri bulunabilir?**

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

4. K ve L cisimleri $h_1$ ve $h_2$ yüksekliklerinden yatay 2v, v hızlarıyla atıldıklarında şekildeki kesikli çizgi ile verilen yörüngeleri izliyorlar.



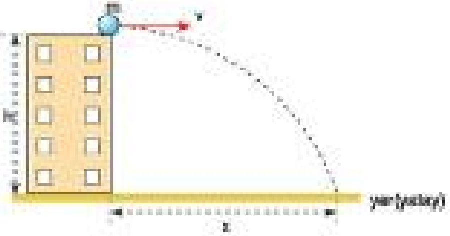

**Buna göre, $\frac{h_1}{h_2}$ oranı kaçtır?**

(Sürtünmeler önemsizdir.)

A) $\frac{1}{16}$ B) $\frac{1}{8}$ C) $\frac{1}{6}$ D) $\frac{1}{4}$ E) $\frac{1}{2}$

Fırat Yayınları

**5.** Sürtünmesi önemsiz ve yer çekimi ivmesinin g olduğu bir ortamda, şekildeki h yüksekliğinden v hızıyla yatay atılan cisim, yatayda x yolunu alıyor.




**Buna göre, x yolu;**

I. Yalnız v artırılırsa artar.

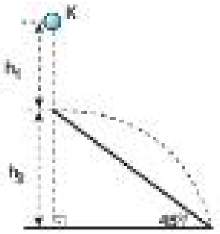
II. Yalnız h artırılırsa artar.

III. Yalnız g artırılırsa artar.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

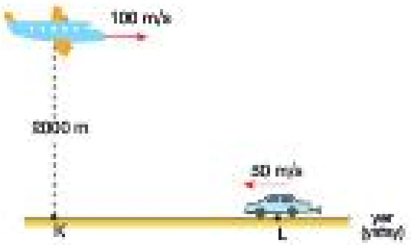
**6.** Sürtünmesiz ortamda, K noktasından serbest bırakılan bir cisim şekildeki yörüngeyi izleyerek önce eğik düzlemin üst ucuna sonra da alt ucuna çarpıyor.




**Buna göre, $\frac{h_1}{h_2}$ oranı kaçtır?** ($g = 10$ m/s$^2$)

A) 1 B) 2 C) 4 D) $\frac{1}{2}$ E) $\frac{1}{4}$

**7.** Yerden 2000 m yükseklikte 100 m/s hızla yatay doğrultuda uçmakta olan şekildeki uçağın pilotu, L noktasında bulunan ve 50 m/s sabit süratle hareket eden aracı vurmak için, yerdeki K noktasının hizasından geçerken taşıdığı bombayı uçağa göre serbest bırakıyor.

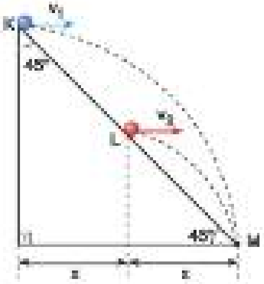



**Bomba araca çarptığına göre, KL arası yatay uzaklık kaç km dir?**
(Sürtünme önemsiz, $g = 10$ m/s$^2$)

A) 2 B) 3 C) 4 D) 5 E) 6

Fil Yayınları

**8.** Hava sürtünmesinin önemsenmediği ortamda K, L noktalarından sırasıyla $v_1$, $v_2$ hızları ile yatay olarak atılan cisimler şekildeki yörüngeleri izleyerek M noktasına çarpıyor.




**Buna göre, $\frac{v_1}{v_2}$ oranı kaçtır?**

A) $\frac{1}{2}$ B) $\frac{1}{4}$ C) 1 D) $\sqrt{2}$ E) 2

Test - 19 1-E 2-E 3-C 4-D 5-B 6-E 7-B 8-D

**1.** **Sürtünmesi önemsiz ortamda yapılan atış hareketleri ile ilgili,**

I. Yukarıya düşey atılan cismin maksimum yükseklikteki ivmesi sıfırdır.

II. Eğik atılan cismin maksimum yükseklikteki hız ve ivme vektörleri birbirine diktir.

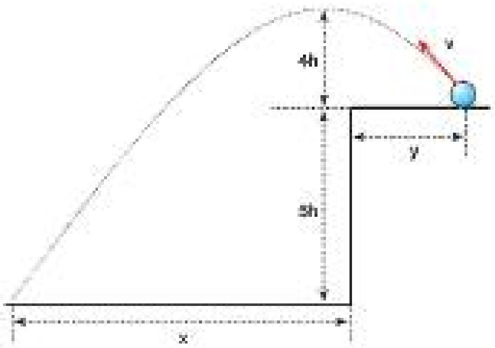
III. Yatay atılan cismin yere gelinceye kadar ivmesinin büyüklüğü sürekli artar.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I  B) Yalnız II  C) I ve II

D) I ve III  E) II ve III

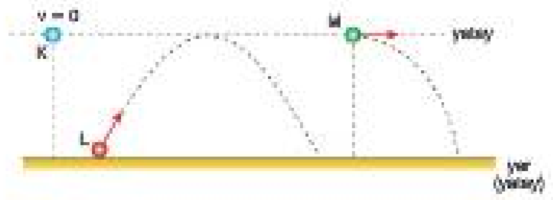
**2.** Sürtünmesi önemsiz ortamda v hızıyla eğik atılan cisim, şekildeki gibi atıldığı seviyeden en fazla 4h yükselerek, atıldığı seviyenin 5h kadar altında yere çarpıyor.




**Buna göre, şekildeki yatay x, y uzunluklarının oranı, $\frac{x}{y}$ kaçtır?**

A) $\frac{2}{3}$  B) $\frac{3}{2}$  C) $\frac{4}{5}$  D) 2  E) 3

**3.** Hava sürtünmesinin önemsenmediği ortamda K, L, M cisimlerinden K serbest bırakılırken, L eğik M ise yatay olarak atılıyorlar.



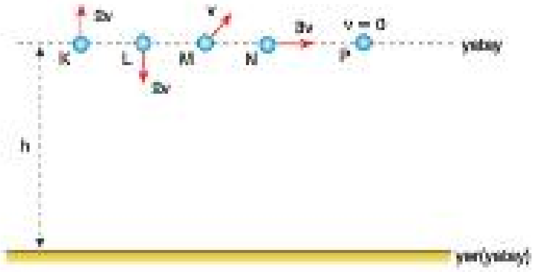

**Cisimlerin hareket süreleri $t_K$, $t_L$, $t_M$ olduğuna göre, bunlar arasındaki ilişki nedir?**

A) $t_K = t_M = 2t_L$  B) $2t_K = t_L = t_M$

C) $2t_K = 2t_M = t_L$  D) $2t_K = t_M = 2t_L$

E) $t_K = t_L = 4t_M$

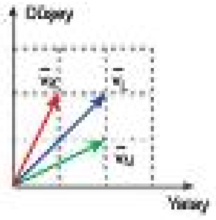
**4.** Hava sürtünmesinin önemsenmediği ortamda K, L, M, N, P cisimleri aynı yükseklikten şekildeki gibi atılıyorlar.




**Buna göre, yere çarpma hızı en büyük olan cisim hangisidir?**

A) K  B) L  C) M  D) N  E) P

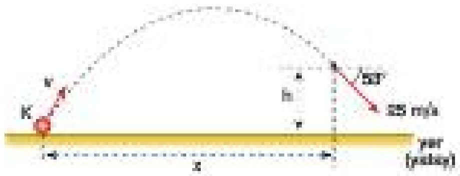
5. Sürtünmelerin önemsiz olduğu ortamda aynı noktadan şekildeki gibi $\vec{v}_K$, $\vec{v}_L$, $\vec{v}_M$ hızları ile eğik olarak atılan K, L, M cisimlerinin yere gelene kadar geçen sürede yatay menzilleri $x_K$, $x_L$, $x_M$ oluyor.




**Buna göre; $x_K$, $x_L$, $x_M$ arasındaki ilişki nedir?**
(Bölmeler eşit aralıklıdır.)

A) $x_K > x_M > x_L$
B) $x_M > x_K > x_L$
C) $x_K = x_L = x_M$
D) $x_K = x_M > x_L$
E) $x_L > x_K = x_M$

6. Hava sürtünmesinin önemsenmediği ortamda, yerdeki K cismi v hızıyla eğik olarak atıldıktan 5 s sonra, cismin yerden yüksekliği h, yatayda aldığı yol x, hızı ise şekildeki gibi 25 m/s oluyor.

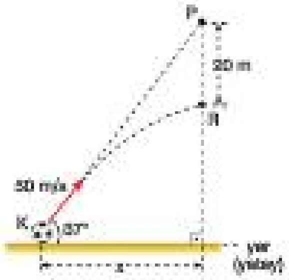



**Buna göre, $\frac{h}{x}$ oranı kaçtır?**

($g = 10$ m/s$^2$, sin 53° = 0,8, cos 53° = 0,6)

A) $\frac{1}{4}$ B) $\frac{1}{3}$ C) $\frac{1}{2}$ D) 2 E) 1

7. Sürtünmelerin önemsenmediği ortamda yerden 50 m/s lik bir hızla şekildeki gibi P noktası hedeflenerek vurulan bir futbol topu, t süre sonra yatayda x kadar yol giderek R noktasından geçiyor.




**Buna göre; t ve x değerleri aşağıdakilerden hangisidir?**
($g = 10$ m/s$^2$, sin37° = 0,6; cos37° = 0,8)

| | t (s) | x (m) |
|---|---|---|
| A) | 2 | 80 |
| B) | 3 | 120 |
| C) | 2 | 60 |
| D) | 3 | 90 |
| E) | 1 | 40 |

Fi Yayınları

8. Yatay düzlemdeki bir cisim 20 m/s hızla ve yatayla 45° açı yapacak biçimde eğik olarak atılıyor.

**Hava sürtünmesi önemsiz olduğuna göre, cismin menzil uzaklığı kaç metre dir?**

($g = 10$ m/s$^2$, sin45° = cos45° = $\frac{\sqrt{2}}{2}$)

A) 20 B) 40 C) 80 D) 90 E) 120

Test - 20 1-B 2-B 3-C 4-D 5-E 6-B 7-A 8-B

# ENERJİ VE HAREKET

## İş, Güç ve Enerji

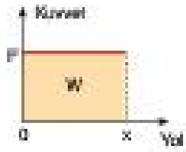
### İş

Bir cisme etkiyen kuvvet, cisme kendi doğrultusunda yol aldırırsa fiziksel anlamda iş yapmış olur.

- İş W sembolü ile gösterilir. Skaler bir büyüklüktür. Birimi N.m ya da joule dür. Şekildeki F kuvveti, cisme kendi doğrultusunda x kadar yol aldırdığı için yaptığı iş, aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$W = F.x$$

> Cisme etki eden sabit F kuvvetinin yola bağlı grafiği aşağıdaki gibidir. F - x grafiğinin altında kalan alan F kuvvetinin yaptığı işi verir.




> Duvarı F kuvvetiyle iten adam enerji harcamasına rağmen, duvara yol aldıramadığından fiziksel anlamda iş yapmış olmaz.

> Yatay bir yolda çantayı sallamadan taşıyan çocuk enerji harcasa bile çantaya uygulanan kuvvetle çantanın aldığı yol birbirine dik olduğu için çanta üzerinde iş yapmış olmaz.

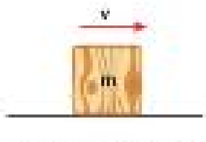
### Enerji

İş ve enerji birbiri ile ilişkili kavramlardır. İş yapabilme yeteneğine enerji denir. Enerji birimi joule dür. Skaler bir büyüklüktür.

- Bir cismin iş yapabilme yeteneği kinetik enerji ve potansiyel enerji adıyla incelenir.

### Kinetik Enerji

Hareket halindeki cisimlerin hızından dolayı sahip oldukları enerjidir.

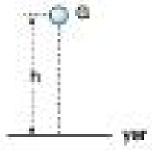



- Şekildeki gibi m kütleli bir cismin hızı v iken, cismin sahip olduğu kinetik enerji, aşağıdaki formülle bulunur.

$$E_K = \frac{1}{2} m.v^2$$

### Kütle Çekim Potansiyel Enerjisi

Cisimlerin bulundukları konumdan dolayı sahip oldukları enerjidir. Potansiyel enerji bir referans noktasına göre tanımlanır.




- Şekildeki gibi yerden yüksekliği h olan, G ağırlıklı bir cismin yere göre potansiyel enerjisi, aşağıdaki formülle bulunur.

$$E_p = m.g.h$$

- Kütlesi m olan türdeş ve homojen bir cisim yere konulduğunda, kütle merkezinin yerden yüksekliği h ise, cismin yere göre potansiyel enerjisi, $E_p = mg.h$ dır.

### Yay Potansiyel Enerjisi

Serbest haldeki bir yay denge konumundan itibaren sıkıştırıldığında yayda bir enerji depolanır.

- Şekildeki gibi yay sabiti k olan bir yay x kadar sıkıştırıldığında ya da gerildiğinde, yayda depo edilen esneklik potansiyel enerjisi aşağıdaki formülle bulunur.

$$E_{yay} = \frac{1}{2} kx^2$$

### Mekanik Enerji

Bir sistemin kinetik enerjisiyle, potansiyel enerjisinin toplamına mekanik enerji denir.

$$E_M = E_K + E_P$$

### İş ve Enerji İlişkisi

Bir cisme kuvvet uygulayarak cismin üzerine iş yapılması durumunda cismin enerjisi değişebilir.

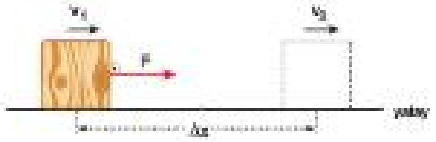
- Örneğin kuvvet uygulanan bir cisim yerden yükseltilerek kütle çekim potansiyel enerjisi artırılabileceği gibi, kaykaydaki bir kişiye kuvvet uygulayarak kinetik enerjisi artırılabilir.
- Benzer şekilde eğik düzlemin alt ucunda duran bir yüke kuvvet uygulayarak hem kütle çekim potansiyel enerjisini hem de kinetik enerjisini eş zamanlı olarak artırmak mümkündür.
- Bir cismin üzerine bir dış kuvvet iş yapıyorsa cismin mekanik enerjisi değişir. Buna göre, yapılan iş cismin mekanik enerjisindeki değişime eşittir.

$$W = \Delta E_M$$

Fi Yayınları

### Enerji Aktarımının Yönü ve Yapılan İş

- Bir cisme hareket yönünde net bir kuvvet uygulanırsa, cismin üzerine pozitif iş yapılır ve cismin kinetik enerjisi artar.
  - Sürtünmesiz yatay yolda şekildeki gibi hareket etmekte olan cisme F kuvveti $\Delta x$ yolu boyunca etki ettiğinde, F kuvvetinin yönü ile hareketin yönü aynı olduğu için kuvvetin yaptığı iş pozitiftir. Cismin kinetik enerjisi artar. ($v_2 > v_1$)




- Bir cisme hareket yönüne zıt yönde net bir kuvvet uygulanırsa, cismin üzerine negatif iş yapılır ve cismin kinetik enerjisi azalır.
  - Sürtünmeli yatay yolda hareket etmekte olan şekildeki cisim $\Delta x$ yolunu aldığında, $f_s$ sürtünme kuvvetinin yönü ile hareketin yönü zıt olduğu için sürtünme kuvvetinin yaptığı iş negatiftir. Cismin kinetik enerjisi azalır. ($v_2 < v_1$)

## GÜÇ

Birim zamanda yapılan işe **güç** denir. P ile gösterilir. Skaler bir büyüklüktür. Birimi watt'tır.

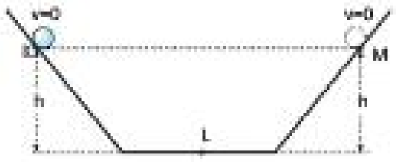
$$P = \frac{W}{\Delta t}$$

- Güç; yapılan bir işin, aktarılan enerjinin ya da dönüştürülen enerjinin ne kadar kısa sürede gerçekleştiğinin bir göstergesidir.
- Eşit zaman aralığında en çok iş yapan motorun gücü daha fazladır.

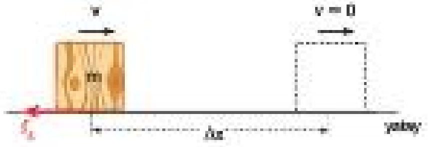
## MEKANİK ENERJİNİN KORUNUMU

Enerji yoktan var edilemeyeceği gibi var olan bir enerji de yok edilemez. Ancak enerjiyi başka tür enerjilere dönüştürmek mümkündür.

- Örneğin barajlarda biriktirilen suyun kütle çekim potansiyel enerjisi, su yüksek bir yerden düşürülerek kinetik enerjiye ve buradan da elektrik enerjisine dönüştürülür. Daha sonra da ihtiyaca göre ısı, ışık, ses, kinetik ve potansiyel enerjiye dönüştürülebilir.
- Enerjiyi bir yerden başka bir yere veya bir cisimden başka bir cisme aktarmak mümkündür. Bu aktarım iş yapılarak gerçekleştirilebileceği gibi, mekanik (ses, deprem, su) dalgalar ve elektromanyetik (ışık) dalgalar aracılığıyla da gerçekleştirilebilir. Örneğin Güneş'in ısı ve ışık enerjisinin Dünya'ya aktarımı elektromanyetik dalgalar tarafından sağlanır.
- Enerjiyi depolayarak bir yerden başka bir yere taşımak (nakletmek) mümkündür. Örneğin petrol, doğal gaz, kömür ve odun kamyonlar gemiler veya boru hatlarıyla taşınabilir.
- Bir dış kuvvetin etkisinde olmayan cismin, sürtünmesiz ortamda mekanik enerjisi korunur. Yani cismin başlangıçta sahip olduğu mekanik enerji herhangi bir anda sahip olduğu mekanik enerjiye eşit olur. Buna **mekanik enerjinin korunumu** denir.
- Düşey kesiti şekildeki gibi olan sürtünmesiz rayda h yüksekliğinden serbest bırakılan cisim, yolun diğer bölümünde de h yüksekliğine kadar çıkar. Cismin K, L, M noktalarındaki mekanik enerjileri eşittir.




- Yatay ve düz bir zeminde şekildeki gibi v hızıyla fırlatılan bir cismin bir süre yol olarak sürtünme kuvvetinin etkisinde yavaşlayarak durması olayında, mekanik enerjideki değişim, sürtünmenin yaptığı işe eşittir. $\Delta E_M = W_{sürtünme}$




## VERİM

Bir sisteme verilen enerji, bir türden ihtiyaç olunan (yararlı) başka bir türe dönüştürülürken, dönüşüm yapan sistemdeki kayıplardan dolayı sistemden alınan enerji verilen enerjiye göre daha az olur.

- Buna göre, bir makine bir enerji türünü istenen başka bir enerji türüne ne kadar kayıpsız dönüştürüyorsa o kadar verimlidir.
- Verim aşağıdaki matematiksel modelle hesaplanır:

$$\text{Verim} = \frac{\text{Makineden alınan yararlı enerji}}{\text{Makineyi çalıştırmak için verilen enerji}}$$

- Hiçbir makinenin verimi % 100 olamaz.

## Örnek - 1

Yay sabiti 100 N/m olan esnek bir yaya asılan 2 kg kütleli P cismi şekildeki gibi dengededir.

**Buna göre, yayda depolanan esneklik potansiyel enerjisi kaç J dür?**
($g = 10\ m/s^2$; yay kütlesi önemsizdir.)

A) 20 B) 16 C) 10 D) 4 E) 2

## Çözüm

Yayın x kadar uzamasını sağlayan kuvvet P cisminin ağırlığıdır. Cisim dengede olduğu için yay kuvveti ile cismin ağırlığı birbirine eşit olmalıdır.

Buna göre; $F_{yay} = k.x = m.g \Rightarrow 100.x = 2.10 \Rightarrow x = 0{,}2\ m$ olur.

Yayda depolanan esneklik potansiyel enerji, $E_{yay} = \frac{1}{2}k.x^2$ den hesaplanır. Buna göre; $E_{yay} = \frac{1}{2}100.(0{,}2)^2 = 2\ J$ bulunur.

Cevap E

## Örnek - 2

Gücü 1000 watt olan bir motor 5 s de 20 kg lık cismi 20 m yukarı çıkartıyor.

**Buna göre, cismin bu yükseklikteki hızı kaç m/s dir?**
($g = 10\ m/s^2$)

A) 5 B) 10 C) 15 D) 20 E) 25

## Çözüm

Motorun 5 s de cisme mekanik enerji kazandırmak için harcadığı enerji,

$E = P.t$ ifadesinden, $E = 1000.5 = 5000\ J$ olur.

Bu enerji motorun cisme kazandırdığı kinetik enerji ile yere göre kütle çekim potansiyel enerjinin toplamıdır.

Cisim yerden 20 m yükseltilince kazandığı kütle çekim potansiyel enerji $E_P = 20.10.20 = 4000\ J$ olur.

$E_M = E_K + E_P \Rightarrow 5000 = E_K + 4000 \Rightarrow KE = 1000\ J$ olur.

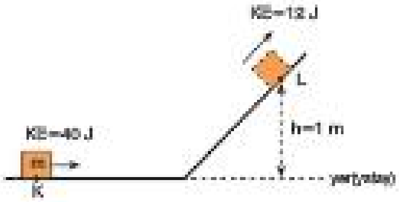
$E_K = \frac{1}{2}m\,v^2 \Rightarrow 1000 = \frac{1}{2}20.v^2 \Rightarrow v = 10\ m/s$ olur.

Cevap B

Fi Yayınları

## Örnek - 3

Kütlesi 2 kg olan bir cisim K noktasından 40 J lük kinetik enerji ile fırlatılınca eğik düzlem üzerindeki L noktasından 12 J lük kinetik enerji ile geçiyor.




**Buna göre, KL noktaları arasında ısıya dönüşen enerji kaç J dür?**
($g = 10\ m/s^2$)

A) 8 B) 12 C) 16 D) 20 E) 28

## Çözüm

Cisim L noktasından geçerken yere göre kütle çekim potansiyel enerjisi $E_P = mgh$ ifadesinden, $E_P = 2.10.1 = 20\ J$ dür.

Buradaki kinetik enerjisi 12 J olunca mekanik enerjisi $12 + 20 = 32\ J$ olur.

Cismin K noktasındaki 40 J lük kinetik enerjisi aynca mekanik enerjisi demektir. Buna göre,cismin KL arasındaki hareketinde, $40 - 32 = 8\ J$ mekanik enerjisinde azalma olur. Azalan bu enerji sürtünmeden dolayı ısıya dönüşen enerjidir.

Cevap A

## Örnek - 4

**Aşağıda verilen,**

I. Sıkıştırılmış halde tutulan yay.
II. Barajda tutulan su.
III. Gökyüzünde hareket eden uçak.

**örneklerinden hangilerinin sadece potansiyel enerjisi vardır?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III

## Çözüm

Sıkıştırılmış bir yayda esneklik potansiyel enerjisi depo edilir. (I. Doğru)

Barajda suyun yere göre kütle çekim potansiyel enerjisi depo edilir. (II. Doğru)

Gökyüzünde hareket eden uçağın hem kütle çekim potansiyel enerjisi hem de kinetik enerjisi bulunmaktadır. (III. yanlış)

Cevap C

## Örnek - 5

Sürtünmesi önemsiz yatay düzlemde 40 N ve 20 N şiddetindeki iki kuvvet 5 kg kütleli cisme şekildeki gibi etki ederek yatayda 10 m yol aldırıyor.

**Buna göre, net kuvvetin yaptığı iş kaç joule dür?**
($\sin 37° = 0{,}6$; $\cos 37° = 0{,}8$)

A) 160 B) 120 C) 100 D) 90 E) 60

## Çözüm

40 N luk kuvvetin cismin hareket doğrultusundaki bileşeni,

$40.\cos 37° = 40.\ 0{,}8 = 32$ N dur. Düşey bileşeni iş yapmaz.

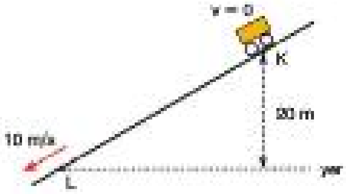
$W_{net} = F_{net}.x = (32 - 20).10$

$W_{net} = 120$ joule dür.

Cevap B

## Örnek - 6

Şekildeki eğik düzlemin K noktasından serbest bırakılan 2 kg kütleli oyuncak bir araba, L noktasından 10 m/s hızla geçiyor.




**Buna göre, KL arasında ısıya dönüşen enerji kaç joule dür?**
($g = 10\ m/s^2$)

A) 100 B) 200 C) 250 D) 300 E) 350

## Çözüm

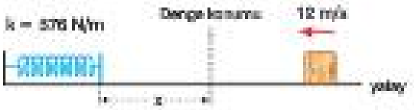
$E_K = E_L + Q \Rightarrow mgh = \frac{1}{2}mv^2 + Q \Rightarrow 2.10.20 = \frac{1}{2}2.10^2 + Q$

$400 = 100 + Q \Rightarrow Q = 300$ joule bulunur.

Cevap D

## Örnek - 7

Sürtünmesiz yatay düzlemdeki 1 kg kütleli cisim 12 m/s hızla şekildeki gibi atıldığında, yay sabiti 576 N/m olan esnek yayı en fazla x kadar sıkıştırıyor.




**Buna göre, x kaç cm dir?**

A) 20 B) 30 C) 40 D) 50 E) 60

## Çözüm

Cismin kinetik enerjisi, yayın esneklik potansiyel enerjisine dönüşecektir. Buna göre,

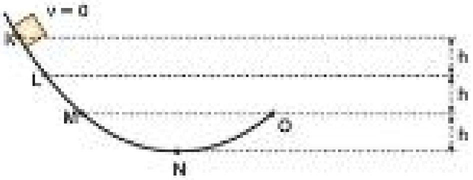
$E_K = E_{yay} \Rightarrow \frac{1}{2}.1.12^2 = \frac{1}{2}.576.x^2$

$144 = 576.x^2 \Rightarrow x^2 = \frac{1}{4} \Rightarrow x = \frac{1}{2}$ m = 50 cm dır.

Cevap D

## Örnek - 8

Düşey kesiti verilen sürtünmesiz yolun K seviyesinden serbest bırakılan şekildeki cisim, O noktasından fırlıyor.




**Buna göre, cisim;**

I. K seviyesi
II. KL arası
III. L seviyesi

**seviyelerinden hangilerine <u>kesinlikle çıkamaz</u>?**

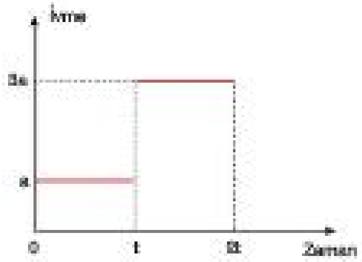
A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

## Çözüm

Cisim O dan fırladıktan sonra eğik atış yapacağından en yüksek seviyede bir yatay hızı olacaktır. Enerji korunacağından, cismin K den değil K nin daha altındaki bir seviyeden geçmesi gerekir.

Cevap A

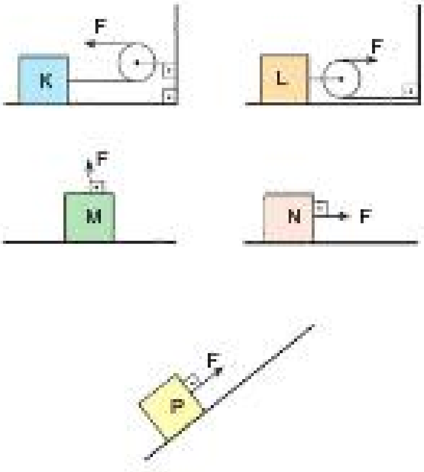
1. Doğrusal yolda durgun halden harekete başlayan bir cismin ivme-zaman grafiği şekildeki gibidir.




**Cismin t anındaki kinetik enerjisi E olduğuna göre, 2t anındaki kinetik enerjisi kaç E dir?**

A) 16 B) 9 C) 8 D) 4 E) 2

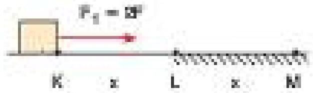
2. Sürtünmesiz ortamda bulunan şekildeki K, L, M, N, P cisimlerine eşit büyüklükteki F kuvvetleri uygulanarak cisimlere h kadar yol aldırılıyor.




**Buna göre, hangi cismin üzerine yapılan iş en fazladır?**
(Makara kütleleri önemsizdir.)

A) K B) L C) M D) N E) P

3. Yatay düzlemdeki bir cisim sabit $F_1 = 2F$ kuvvetiyle şekildeki gibi KLM yolu boyunca çekiliyor.




**KL arası sürtünmesiz, LM arasındaki sürtünme kuvvetinin büyüklüğü F olduğuna göre,**

I. $F_1$ kuvvetinin KL arasında yaptığı iş 2F.x dir.

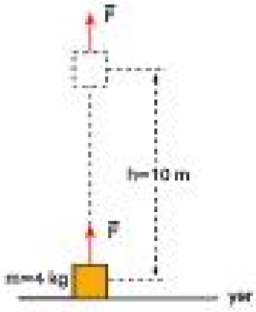
II. Sürtünme kuvvetinin yaptığı iş – F.x dir.

III. LM arasında cismin kinetik enerjisi artmıştır.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

4. Sabit $\vec{F}$ kuvveti, kütlesi 4 kg olan durgun bir cismi, düşey doğrultuda 10 m yükselttiğinde cismin kinetik enerjisi 100 J oluyor.

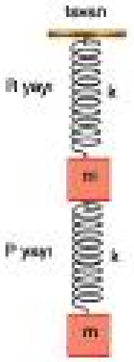



**Buna göre, F kuvvetinin yaptığı iş kaç J dür?**
($g = 10\ m/s^2$; Sürtünme önemsizdir.)

A) 500 B) 400 C) 300 D) 200 E) 100

FF Yayınları

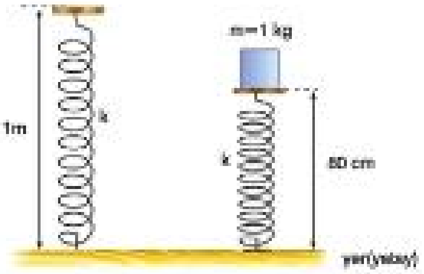
**5.** Yay sabitleri k olan P, R yayları ile şekildeki düzenek kurulmuştur. m kütleli cisimler asılarak düzenek dengelendiğinde yaylardaki esneklik potansiyel enerjileri $E_P$ ve $E_R$ oluyor.




**Buna göre, $\frac{E_P}{E_R}$ oranı kaçtır?**
(Yayların kütleleri önemsizdir.)

A) $\frac{1}{4}$ B) $\frac{1}{2}$ C) 1 D) 2 E) 4

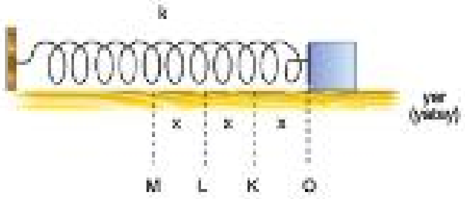
**6.** Serbest boyu 1 m, yay sabiti k olan yayın üzerine kütlesi 1 kg olan cisim konulduğunda yay en fazla 20 cm sıkışıyor.




**Buna göre, yayın esneklik katsayısı kaç N/m dir?**
($g = 10\ m/s^2$, sürtünme önemsizdir.)

A) 90 B) 100 C) 110 D) 120 E) 130

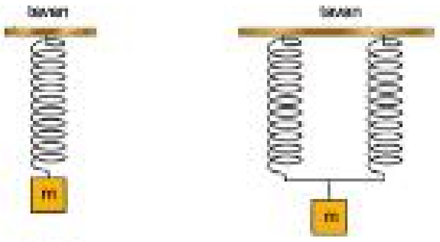
**7.** Denge noktası O, yay sabiti k olan yay, kuvvet uygulanarak M ye kadar sıkıştırılıyor.




**Yay KM arasında sıkıştırılırken yaydaki esneklik potansiyel enerjisi kaç $kx^2$ kadar artar?**

A) 9 B) 8 C) 5 D) 4 E) 3

**8.** Kütlesi önemsiz 3 özdeş yay kullanılarak oluşturulan Şekil - I ve Şekil - II deki düzeneklerde m kütleli cisimler dengededir.



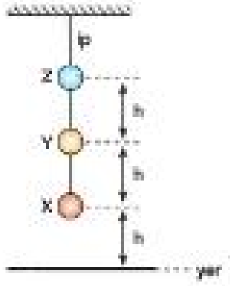

Şekil - I Şekil - II

**Şekil - I deki düzenekte yayda depolanan esneklik potansiyel enerjisi E olduğuna göre, Şekil - II deki düzenekte depolanan esneklik potansiyel enerjisi kaç E dir?**

A) $\frac{1}{8}$ B) $\frac{1}{4}$ C) $\frac{1}{2}$ D) 1 E) 2

Test - 21 1-A 2-B 3-E 4-A 5-A 6-B 7-D 8-C

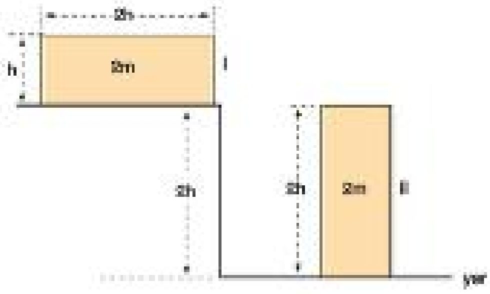
**1.** İplerle birbirine ve tavana bağlı şekildeki X, Y ve Z cisimlerinin kütleleri sırasıyla 3m, 2m, m dir.




**Cisimlerin yere göre potansiyel enerjileri $E_X$, $E_Y$, $E_Z$ olduğuna göre, bunlar arasındaki ilişki nedir?**

A) $E_X = E_Y = E_Z$
B) $E_X > E_Y > E_Z$
C) $E_X = E_Z > E_Y$
D) $E_Y > E_X = E_Z$
E) $E_Z > E_Y > E_X$

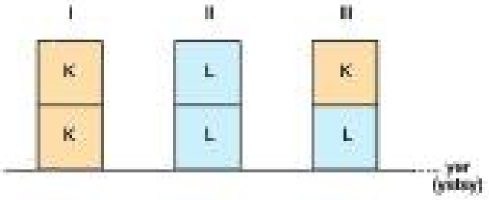
**2.** 2m kütleli türdeş bir blok şekildeki gibi bulunduğu basamaktan alınarak I konumundan II konumuna getiriliyor.




**Buna göre, bloğun potansiyel enerjisindeki azalma aşağıdakilerden hangisine eşittir?**

A) mgh
B) 2mgh
C) 3mgh
D) 4mgh
E) 5mgh

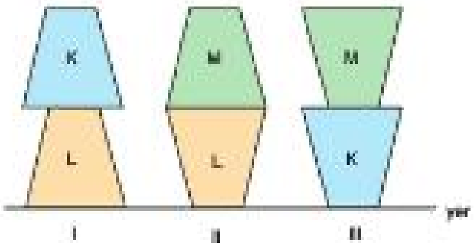
**3.** Eşit hacimli, düzgün ve türdeş K, L küpleri şekildeki gibi üç ayrı konumda üst üste konulduğunda yere göre toplam potansiyel enerjileri, I. konumda E, II. konumda 2E oluyor.




**Buna göre, K ve L nin III. konumda yere göre toplam potansiyel enerjileri kaç E olur?**

A) $\frac{3}{2}$
B) $\frac{5}{3}$
C) $\frac{5}{4}$
D) $\frac{7}{4}$
E) $\frac{6}{5}$

**4.** Şekildeki düzenekteki düzgün, türdeş K, L, M kesik konilerinin boyutları aynı ve ağırlıkları sırasıyla $G_K$, $G_L$, $G_M$ dir.

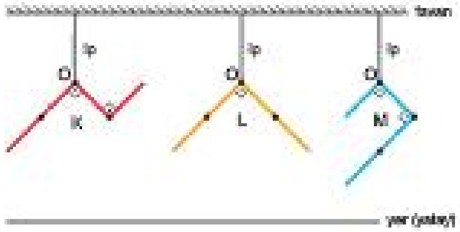



**Düzeneklerin yere göre toplam potansiyel enerjileri birbirine eşit olduğuna göre; $G_K$, $G_L$, $G_M$ arasındaki ilişki nedir?**

A) $G_M < G_K < G_L$
B) $G_L < G_M < G_K$
C) $G_M < G_L < G_K$
D) $G_K < G_L < G_M$
E) $G_L < G_K < G_M$

Yayınları

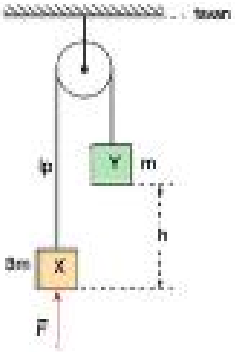
**5.** Özdeş ve türdeş oniki tane ince metal çubuk dörder dörder birleştirilerek K, L, M çubukları elde ediliyor. Bu çubuklar eşit boydaki iplerle O noktasından tavana asıldıklarında şekildeki gibi dengede kalıyor.




**K, L, M çubuklarının yere göre potansiyel enerjileri sırasıyla $E_K$, $E_L$, $E_M$ olduğuna göre, bunlar arasındaki ilişki nedir?**

A) $E_K < E_L < E_M$
B) $E_L < E_M < E_K$
C) $E_L < E_K < E_M$
D) $E_M < E_L < E_K$
E) $E_K = E_L = E_M$

**7.** X ve Y cisimlerinden oluşan şekildeki sürtünmesiz düzenekte, düşey $\vec{F}$ kuvveti 3m kütleli X cismini sabit hızla h kadar yükselttiğinde, m kütleli Y cisminin kaybettiği potansiyel enerji E oluyor.

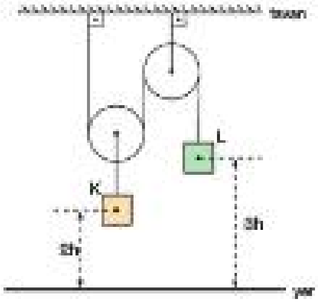



**Buna göre, $\vec{F}$ kuvvetinin yaptığı iş kaç E olur?**

A) $\frac{1}{2}$ B) 1 C) $\frac{3}{2}$ D) 2 E) 5

Yayınları

**6.** K, L cisimleri bir makara düzeneğinde şekildeki konumda dengededir.

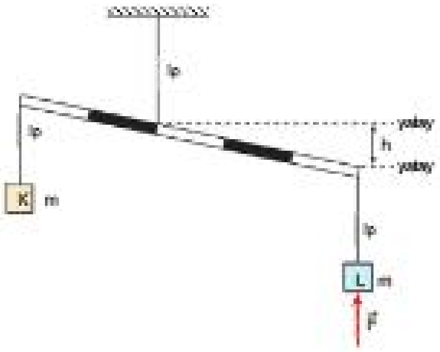



**K nin yere göre potansiyel enerjisi $E_K$, L ninki $E_L$ olduğuna göre, $\frac{E_K}{E_L}$ oranı kaçtır?**

(Makaraların kütleleri ve sürtünmeleri önemsenmeyecektir.)

A) $\frac{1}{2}$ B) $\frac{4}{3}$ C) $\frac{3}{2}$ D) 2 E) 4

**8.** Kütlesi önemsenmeyen eşit bölmeli bir çubuğun uçlarına asılı K, L cisimlerinin kütleleri birbirine eşit ve m dir.

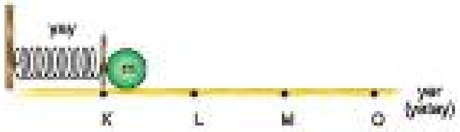



**Çubuk şekildeki konumdan yatay konuma gelinceye kadar L cismine uygulanan düşey $\vec{F}$ kuvvetinin yaptığı iş <u>en az</u> kaç mgh dir?**
(g: Yer çekimi ivmesidir.)

A) $\frac{1}{2}$ B) $\frac{1}{3}$ C) $\frac{2}{3}$ D) 1 E) $\frac{3}{2}$

Test - 22 1-D 2-C 3-C 4-A 5-D 6-B 7-D 8-B

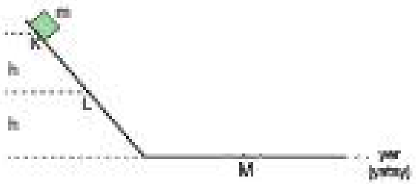
**1.** Yatay ve sürtünmesiz düzlemdeki denge konumu O noktası olan yay K noktasına kadar sıkıştırılarak önüne m kütleli cisim konuluyor. Cisim serbest bırakıldığında L noktasından 5E kinetik enerjisi ile geçiyor.




**Buna göre, cismin M ve O noktalarından geçerken sahip olduğu kinetik enerjiler nedir?**
(KL = LM = MO)

| | M deki | O daki |
|---|---|---|
| A) | 8E | 9E |
| B) | 4E | 5E |
| C) | 25E | 81E |
| D) | 20E | 45E |
| E) | 10E | 40E |

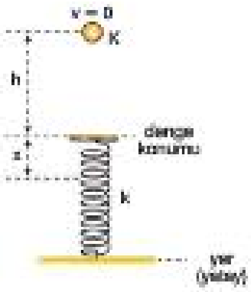
**2.** Sürtünmesiz yolun K noktasından ilk hızsız bırakılan m kütleli cismin L noktasındaki kinetik enerjisi E, hızının büyüklüğü v dir.




**Buna göre, cismin M noktasındaki kinetik enerjisi ve hızı ne olur?**

| | Kinetik enerjisi | Hızı |
|---|---|---|
| A) | E | $\sqrt{2}v$ |
| B) | 2E | v |
| C) | 2E | $\sqrt{2}v$ |
| D) | 2E | 2v |
| E) | 4E | 2v |

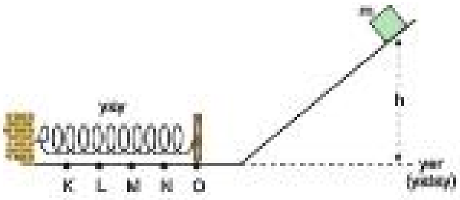
**3.** Kütlesi önemsiz ve yay sabiti k olan yay şekildeki gibi denge konumunda iken, yayın h kadar üstünden m kütleli K cismi serbest bırakıldığında, yay en fazla x kadar sıkışıyor ve yayda depolanan esneklik potansiyel enerjisi en fazla E oluyor.




**Buna göre, yayın yay sabiti daha büyük olsaydı, x ve E nasıl değişirdi?** (Sürtünmeler önemsizdir.)

| | x | E |
|---|---|---|
| A) | Artar | Değişmez |
| B) | Değişmez | Değişmez |
| C) | Azalır | Değişmez |
| D) | Azalır | Azalır |
| E) | Azalır | Artar |

**4.** Şekildeki sürtünmesiz düzenekte h yükseklikten serbest bırakılan m kütleli cisim, denge konumu O noktası olan yayı N noktasına kadar sıkıştırıyor.

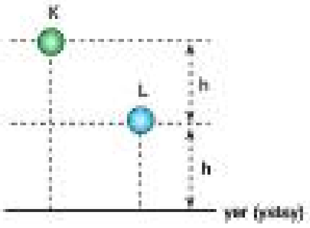



**Buna göre, cisim 4h yükseklikten serbest bırakılırsa yayı en fazla nereye kadar sıkıştırabilir?**
(KL = LM = MN = NO)

A) MN arasına
B) M noktasına
C) LM arasına
D) L noktasına
E) K noktasına

Fdf Yayınları

**5.** K ve L kürelerinin şekildeki konumda potansiyel enerjileri birbirine eşittir.




**Ortam sürtünmesiz olduğuna göre,**

I. Yere çarpma kinetik enerjileri eşittir.

II. Yere çarpma hızları $v_K > v_L$ dir.

III. Yere varma süreleri $t_K > t_L$ dir.

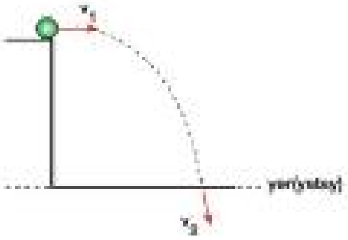
IV. Kütleleri $m_L > m_K$ dır.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) I ve IV B) III ve IV C) I ve III

D) I, III ve IV E) I, II, III ve IV

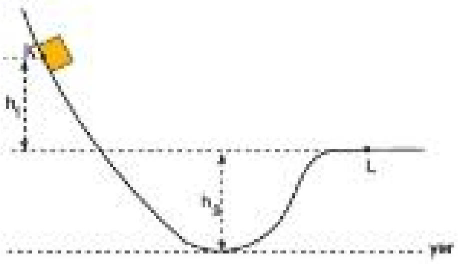
**6.** Şekildeki gibi $v_1$ hızıyla yatay atılan bir cismin atıldığı andaki kinetik enerjisi E, yere göre potansiyel enerjisi ise 15E dir.




**Cisim yere $v_2$ hızıyla çarptığına göre, $\frac{v_1}{v_2}$ oranı kaçtır?**
(Sürtünmeler ihmal edilecektir.)

A) 2 B) $\frac{1}{4}$ C) $\frac{4}{5}$ D) $\frac{3}{5}$ E) $\frac{3}{4}$

**7.** Şekildeki m kütleli cisim sürtünmesiz rayda K noktasından serbest bırakılıyor.




**Buna göre, cisim L noktasından geçerken, yere göre mekanik enerjisi aşağıdakilerden hangisine eşittir?**

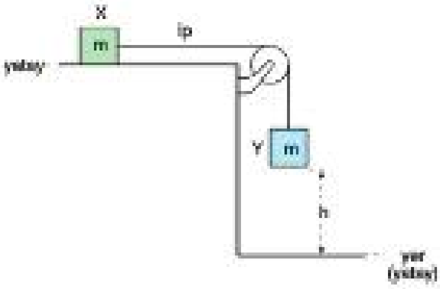
A) $mgh_1$ B) $mg(h_1 - h_2)$

C) $mg(h_1 + h_2)$ D) $mgh_2$

E) $mg(h_2 - h_1)$

Yayınları

**8.** Düşey kesiti verilen sürtünmesiz düzenekte, birbirine iple bağlı, kütleleri m olan X, Y cisimleri şekildeki konumdan serbest bırakılıyor.

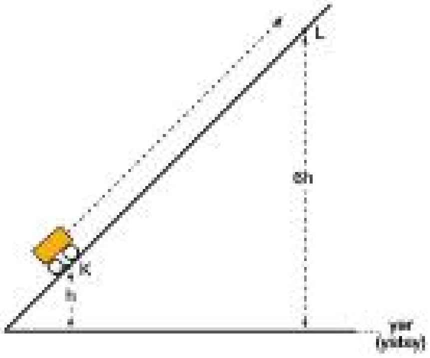



**Buna göre, Y cismi yere çarptığı anda X in kinetik enerjisi kaç mgh dir?**
(X cismi makaraya ulaşmıyor. Makaranın kütlesi önemsizdir.)

A) 1 B) $\frac{1}{2}$ C) 2 D) $\frac{1}{3}$ E) $\frac{1}{4}$

Test - 23 1-A 2-C 3-D 4-B 5-E 6-B 7-C 8-B

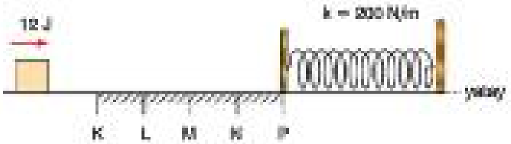
1. Kütlesi m olan bir vagon, şekildeki eğik düzlem üzerindeki K noktasından E kinetik enerjisi ile atıldığında en fazla L noktasına kadar çıkıyor.




**Vagonun L noktasındaki yere göre kütle çekim potansiyel enerjisi E olduğuna göre, sürtünme kuvvetinin yaptığı iş kaç mgh dir?**

A) $\frac{1}{2}$ B) 1 C) $\frac{3}{2}$ D) 2 E) $\frac{3}{2}$

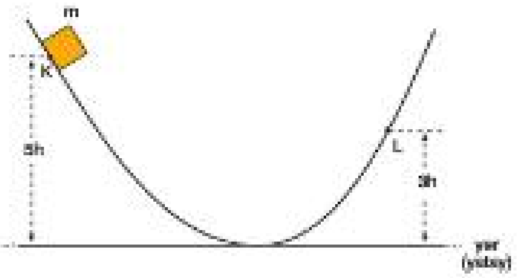
2. Şekildeki yatay yolun KLMNP bölümü dört eşit bölmeli ve sürtünmelidir. 12 J lük kinetik enerji ile atılan şekildeki cisim, KLMNP yolunu geçtikten sonra yayı en fazla x kadar sıkıştırıp geri dönüyor.




**Cisim geri dönüşte M noktasında durduğuna göre, yayın sıkışma miktarı x kaç m dir?**

A) 0,2 B) 0,4 C) 0,6 D) 0,8 E) 1

3. Düşey kesiti şekildeki gibi olan sürtünmeli yolun K noktasından ilk hızsız harekete başlayan m kütleli cisim en fazla L noktasına kadar çıkabiliyor.

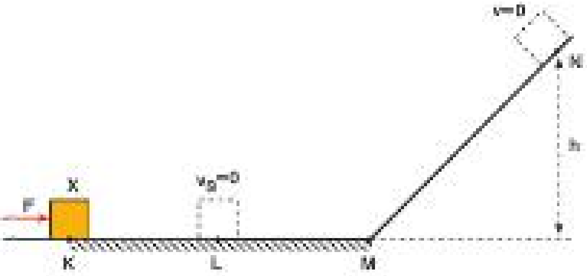



**K nin yerden yüksekliği 5h, L ninki 3h olduğuna göre, cisim K den L ye gelirken yere göre mekanik enerjisinin yüzde (%) kaçını kaybetmiştir?**

A) 20 B) 30 C) 40 D) 60 E) 80

Fırat Yayınları

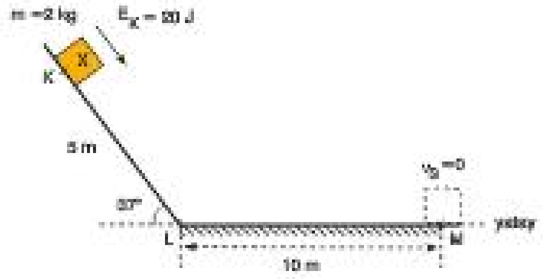
4. Düşey kesiti verilen ve yalnız KM bölümünün sabit sürtünmeli olduğu KLMN yolunda; K noktasında duran m kütleli X cismine KL boyunca F kuvveti uygulanıyor.




**X cismi N noktasına kadar çıkıp geri dönüşte L noktasında durduğuna göre, F kuvvetinin KL arasında yaptığı iş kaç mgh dir?**
(KL = LM)

A) 1 B) $\frac{3}{2}$ C) 2 D) $\frac{5}{2}$ E) 3

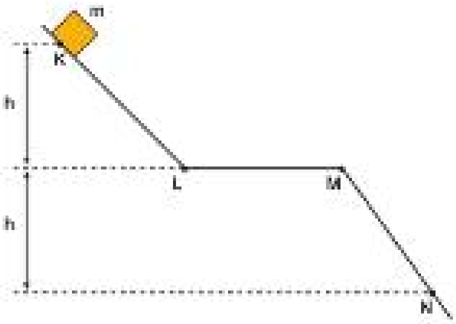
**5.** Düşey kesiti şekildeki gibi olan KLM yolunun K noktasından 20 J lük kinetik enerji ile atılan 2 kg kütleli X cismi M noktasına kadar gelip duruyor. Yolun KL bölümü sürtünmesiz, LM bölümü sürtünmeli ve sürtünme kuvveti sabittir.




**KL = 5 m, LM = 10 m olduğuna göre, cismin LM yolu arasındaki sürtünme katsayısı kaçtır?**
($g = 10\ m/s^2$ ; sin37° = 0,6)

A) 0,1 B) 0,2 C) 0,25 D) 0,3 E) 0,4

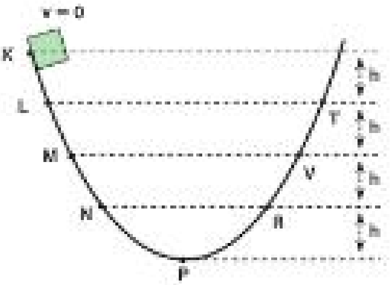
**6.** Şekildeki KLMN yolunun K noktasından ilk hızsız harekete başlayan m kütleli cisim, L noktasından 2v, M noktasından v, N noktasından ise 3v süratiyle geçiyor.




**Buna göre, yolun KL, LM, MN bölümlerinden hangileri <u>kesinlikle</u> sürtünmelidir?**

A) Yalnız KL B) Yalnız LM C) KL ve LM
D) LM ve MN E) KL ve MN

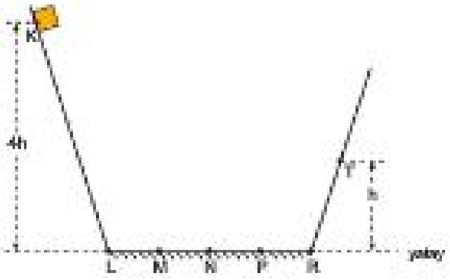
**7.** Düşey kesiti şekildeki gibi olan sürtünmeli rayın K noktasından serbest bırakılan cisim en fazla T noktasına kadar çıkabiliyor.




**Her bir aralıkta sürtünme kuvvetinin yaptığı iş eşit olduğuna göre, cisim T den geri dönüşte en fazla nereye kadar çıkabilir?**

A) L noktasına
B) LM arasına
C) M noktasına
D) MN arasına
E) N noktasına

**8.** Düşey kesiti şekildeki gibi olan KLMNPRT yolununun KL ve RT bölümü sürtünmesiz, LR bölümü sürtünmeli ve sürtünme kuvveti sabittir. K noktasından ilk hızsız harekete başlayan bir cisim, T noktasına kadar çıkıp geri dönüyor.




**Buna göre, cisim yatay düzlemde nerede durur?**
(LM = MN = NP = PR)

A) P noktasında
B) NP arasında
C) N noktasında
D) MN arasında
E) M noktasında

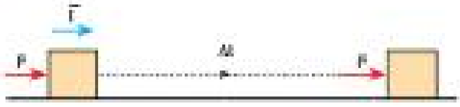
Test - 24 1-B 2-A 3-C 4-E 5-E 6-C 7-B 8-B

# İTME VE MOMENTUM

## İTME VE MOMENTUM KAVRAMLARI

### İtme

Bir cisme etki eden F kuvveti ile kuvvetin etkime süresi $\Delta t$ nin çarpımına **itme** denir. $\vec{I}$ sembolü ile gösterilir.

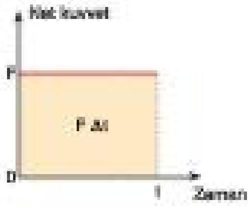



- Şekildeki cisme etki eden itmenin büyüklüğü aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$\vec{I} = \vec{F}.\Delta t$$

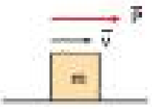
  - Kuvvet vektörel bir büyüklük olduğundan itme de vektörel bir büyüklüktür.
  - Kuvvet ile itme aynı yönlüdür.
  - İtmenin birimi N.s dir.

- Bir cisme yatay doğrultuda sabit $\vec{F}$ kuvveti uygulandığında, bu kuvvetin zamana bağlı değişim grafiği şekildeki gibi olur.
  - Kuvvet-zaman grafiklerinde grafiğin altında kalan alan itmenin büyüklüğünü verir.




### Momentum

Bir cismin kütlesi ile hızının çarpımına **momentum** denir. Momentum $\vec{P}$ sembolü ile gösterilir.




- Şekildeki cismin momentumunun büyüklüğü aşağıdaki formülle hesaplanır.

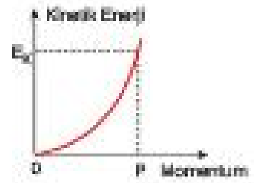
$$\vec{P} = m\vec{V}$$

  - Hız vektörel büyüklük olduğundan momentum da vektörel büyüklüktür.
  - Momentum ile hız aynı yönlüdür.
  - Birimi kg.m/s dir.

- Kütlesi m hızı v olan bir cismin momentumu ile kinetik enerjisi arasındaki ilişki aşağıdaki gibidir.

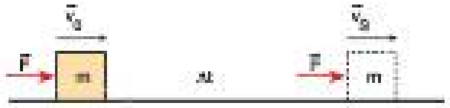
$$E_K = \frac{P^2}{2m}$$

  - Bir cismin kinetik enerji momentum grafiği şekildeki gibidir.




## İTME VE MOMENTUM DEĞİŞİMİ ARASINDAKİ İLİŞKİ

İlk hızı $\vec{v}_0$ olan bir cisme, şekildeki gibi bir $\vec{F}$ kuvveti uygulandıktan sonra cismin hızı $\Delta t$ süre sonra $\vec{v}_S$ oluyorsa, Newton'un II. yasasına göre,




$\vec{F}_{net} = m.\vec{a}$ formülünde $a = \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}$ yazılırsa,

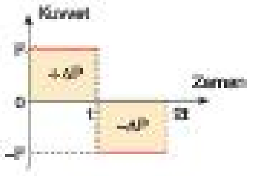
$$\vec{F}_{net} = m.\frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t} \Rightarrow \vec{F}_{net}.\Delta t = m.\Delta\vec{v} \Rightarrow \vec{F}_{net}.\Delta t = m(\vec{v}_{son} - \vec{v}_{ilk})$$

$$\vec{F}_{net}.\Delta t = m.\vec{v}_{son} - m.\vec{v}_{ilk} \Rightarrow \vec{F}_{net}.\Delta t = \vec{P}_{son} - \vec{P}_{ilk}$$

Buna göre, bir cisme uygulanan itme, cismin momentum değişimine eşittir.

$$\vec{I} = \Delta\vec{P}$$

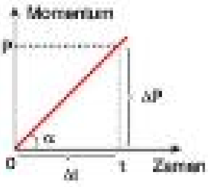
- Kuvvet-zaman grafiklerinde grafiğin altında kalan alan itmeyi yani momentum değişimini verir. Cisme uygulanan kuvvetin doğrultusu aynı kalmak şartı ile yönü ve şiddeti değişebilir. Bu durumda şekildeki grafikte zaman ekseninin üstünde kalan alan pozitif momentum değişimini; zaman ekseninin altında kalan alan ise negatif momentum değişimini verir. Toplam itme ve momentum değişimi alanların toplamına eşittir.




  - Bir cismin kuvvet zaman grafiğinin şekli ile ivme-zaman grafiğinin şekli aynıdır. Grafikteki kuvvet değerleri kütle değerine bölünerek kuvvet-zaman grafiklerinden ivme-zaman grafiklerine geçiş yapılabilir.

FT Yayınları

- Bir cismin momentum-zaman grafiğinin eğimi net kuvveti verir. Eğimin işareti ve şiddeti kuvvetin işareti ve şiddeti ile aynıdır.
  - Eğim = $\tan\alpha = \dfrac{\Delta P}{\Delta t} = F_{net}$ 'tir.




  - Bir cismin momentum-zaman grafiğinin şekli ile hız-zaman grafiğinin şekli aynıdır. Grafikteki momentum değerleri kütle değerine bölünerek momentum-zaman grafiklerinden hız-zaman grafiklerine geçiş yapılabilir.

## MOMENTUMUN KORUNUMU

Bir cisme veya sisteme dışarıdan bir itme etki etmediği sürece cismin ya da sistemin toplam momentumunda bir değişiklik olmaz. Buna **momentumun korunumu** denir.

- $\vec{I} = 0$ ise $\Delta\vec{P} = 0$ dır.
- Bir sistemde momentum korunuyorsa, $\vec{P}_{önce} = \vec{P}_{sonra}$ dır.
- Havai fişek patlamaları, araba kazaları ve bilardo toplarının çarpışması gibi olaylarda momentum korunur.

### Çarpışmalar

Tüm çarpışmalarda momentum korunur.

- Çarpışmalar esnek ve esnek olmayan çarpışmalar olarak ikiye ayrılarak incelenir.

#### Esnek Çarpışma

Hem momentumun hem de kinetik enerjinin korunduğu çarpışmalara denir. Esnek çarpışmalar merkezi ve merkezi olmayan çarpışmalar şeklinde ikiye ayrılır.

- Merkezi esnek çarpışma, aynı doğrultuda iki cismin çarpışmasıdır. Bu çarpışmada cisimler, çarpışma sonrasında bağımsız olarak geliş doğrultusunda hareket ederler.

çarpışmadan önce

çarpışmadan sonra

- Merkezi esnek olarak çarpışan şekildeki iki cisim için momentumun korunumu yazılırsa; $\vec{P}_{önce} = \vec{P}_{sonra}$ olur. Çarpışma sonrasında cisimlerin hareket yönleri bilinmediği için denklemde hızların işareti (+) kabul edilir. Sonuç (+) çıkarsa cisim (+) yönde, (–) çıkarsa cisim (–) yönde hareket eder.

$$m_1.\vec{v}_1 + m_2.\vec{v}_2 = m_1.\vec{v}_1\,' + m_2.\vec{v}_2\,'$$

- Enerjinin korunumu yazılırsa; $E_{önce} = E_{sonra}$ olur. Buradan momentumun korunumu denklemi de kullanılarak, hız denklemi elde edilir.

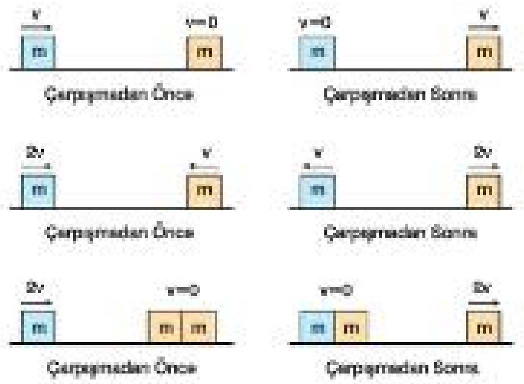
$$\vec{v}_1 + \vec{v}_1\,' = \vec{v}_2 + \vec{v}_2\,'$$

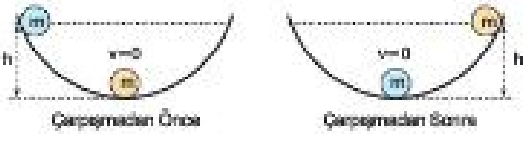
- Esnek çarpışmada, birbirine doğru hareket eden cisimlerin çarpışmadan önceki momentum büyüklükleri eşit ise, cisimler kendi hızları ile geri dönerler.

Çarpışmadan önce

Çarpışmadan sonra

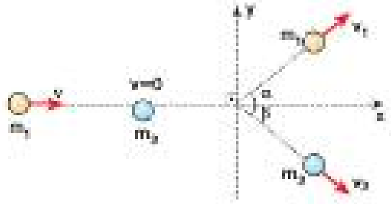
- Eşit kütleli özdeş cisimler merkezi esnek çarpıştıklarında hızlarını birbirlerine aktarırlar.




Fi! Yayınları

- Merkezi olmayan esnek çarpışma; çarpışan cisimlerin, çarpışmadan önce ya da sonra farklı doğrultularda hareket ettikleri çarpışmalardır.

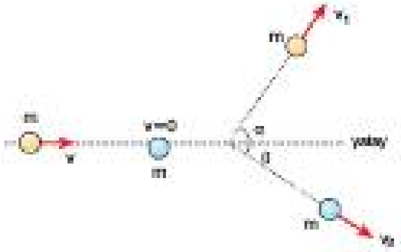



> Bu çarpışmada da momentum ve enerji korunur. Buna göre, yatay x ekseninideki ve düşey y eksenindeki momentum korunduğu için;

$$m_1.v = m_1.v_1.\cos\alpha + m_2.v_2.\cos\beta$$

$$m_1.v_1.\sin\alpha = m_2.v_2.\sin\beta$$

> Durmakta olan bir cisme eşit kütleli bir başka cisim merkezi olmayan esnek çarpışma yaptığında, cisimlerin çarpışma sonrası, arasındaki açıların toplamı 90° olur.




$$v^2 = v_1^2 + v_2^2 \quad \text{ve} \quad \alpha + \beta = 90°$$

## Patlamalar

Dışardan itmenin etki etmediği bir cisim patladığında, momentum korunur.

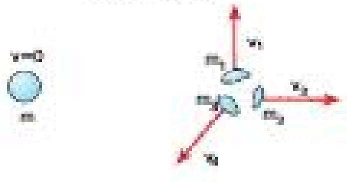
$$\vec{P}_{önce} = \vec{P}_{sonra}$$

- Patlamadan önceki momentum vektörü, patlama sonucu oluşan parçaların momentum vektörlerinin bileşkesine eşittir.

### Durmakta Olan Bir Cisim Patlaması

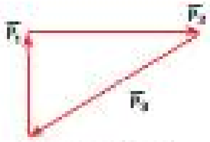
Durmakta olan cismin ilk momentumu sıfır olduğundan, patlamadan sonra oluşan parçaların momentumlarının vektörel toplamı sıfır olmalıdır.

$$\vec{P}_{önce} = \vec{P}_{sonra}$$




Patlamadan Önce Patlamadan Sonra

- Buna göre, bir cisim patlayarak üç parçaya bölündüğünde oluşan parçaların momentumlarının vektörel toplamı şekildeki gibi sıfır olur.

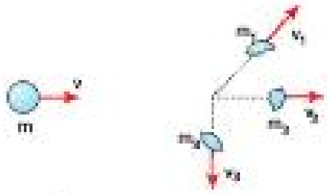



$$\vec{P}_1 + \vec{P}_2 + \vec{P}_3 = 0$$

### Hareketli Cismin Patlaması

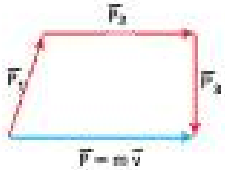
Hareketli olan bir cisim patladığında patlama öncesi momentum vektörü, patlamadan sonra oluşan parçaların momentumlarının vektörel toplamına eşit olmalıdır.

$$\vec{P}_{önce} = \vec{P}_{sonra}$$




Patlamadan Önce Patlamadan Sonra

- Buna göre, bir cisim patlayarak üç parçaya bölündüğünde oluşan parçaların momentumlarının vektörel toplamı şekildeki gibi olur.




$$\vec{P}_{önce} = m.\vec{v} \Rightarrow \vec{P}_{sonra} = \vec{P}_1 + \vec{P}_2 + \vec{P}_3$$

$$m.\vec{v} = \vec{P}_1 + \vec{P}_2 + \vec{P}_3$$

**Not**

Roketler ileriye doğru gitmek için, geriye doğru büyük bir hızla gaz püskürtürler. Bu olay patlama olayı çerçevesinde ele alınabilir. Momentum korunur.

Bir roket, $m_{gaz}$ kütleli gazı $v_{gaz}$ hızıyla püskürttüğünde, hızındaki değişim $\Delta v$ oluyorsa,

$$m_{roket} . \Delta v = m_{gaz} . v_{gaz}$$

($m_{roket}$: roketin gazı püskürttükten sonraki kütlesidir.)

## Örnek - 1

Sürtünmenin önemsiz olduğu ortamda yatay düzlemdeki 2 kg kütleli bir cisim karşısındaki duvara 10 m/s hızla dik olarak çarpıyor. Cismin duvardan yansıdıktan sonraki hızının büyüklüğü ise 8 m/s oluyor.

**Cisim duvarla 0,2 s etkileştiğine göre, duvarın cisme uyguladığı kuvvetin büyüklüğü ortalama kaç N dur?**

A) 90 B) 100 C) 180 D) 200 E) 380

## Çözüm

Duvarın cisme uyguladığı itme, cismin momentum değişimine eşittir.

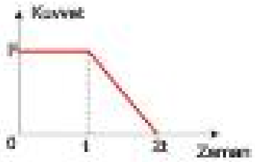
Buna göre; $\vec{I} = \vec{F}_{ort}.\Delta t = \Delta\vec{P} = \vec{P}_{son} - \vec{P}_{ilk}$ ifadesinden hesaplanırsa, cisim duvara dik çarpıp ters yönde fırladığında cismin momentum değişiminin büyüklüğü son momentum ile ilk momentumun şiddetlerinin toplamına eşit olur. Buradan,

$F_{ort}.0,2 = 2.8 + 2.10 \Rightarrow F_{ort} = 180$ N olur.

Cevap C

## Örnek - 2

Sürtünmesiz yatay düzlemde durgun haldeki cisme etki eden kuvvetin zamana bağlı grafiği şekildeki gibidir. Cismin t anındaki momentumunun büyüklüğü P dir.




**Buna göre, cismin 2t anındaki momentumunun büyüklüğü kaç P dir?**

A) 1 B) $\frac{3}{2}$ C) 2 D) $\frac{5}{2}$ E)

## Çözüm

Kuvvet - zaman grafiğinin zaman ekseni ile arasında kalan alanın değeri cismin momentum değişimini vermektedir. Cisim t = 0 anı itibari ile durgun halden harekete geçiyor. Buna göre,(0 - t) aralığındaki alan t anındaki momentumu, (0 - 2t) arasındaki alan ise 2t anındaki momentumu verir. Bu durumda,

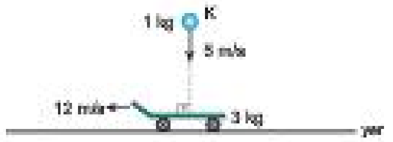
t anında, Alan = P = F.t dir.

2t anında ise, $\text{Alan} = F.t + \frac{F.t}{2} = \frac{3F.t}{2} = \frac{3P}{2}$ bulunur.

Cevap B

## Örnek - 3

Şekildeki 1 kg kütleli K cismi, 12 m/s süratle ilerleyen 3 kg kütleli kaykaya düşey 5 m/s süratle çarpıp yapışıyor.




**Buna göre, çarpışmadan sonra, kaykayın sürati kaç m/s olur?** (Sürtünme önemsizdir.)

A) 12 B) 9 C) 8 D) 6 E) 4

## Çözüm

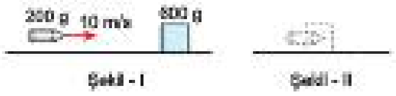
Çarpışma esnek olmayan bir çarpışmadır. Yatay eksende cisme ve kaykaya etkiyen net bir kuvvet olmadığı için cisim ve kaykaydan oluşan sistemin yatay momentumu korunur. Buna göre,

$3.12 + 1.0 = (3 + 1).v_{ortak} \Rightarrow v_{ortak} = 9$ m/s bulunur.

Cevap B

## Örnek - 4

Şekil - I deki 200 g kütleli mermi, sürtünmeli yatay düzlemde durmakta olan 800 g kütleli tahta bloğa çarpıp Şekil - II deki gibi saplanıyor. İki cisim birlikte sürtünmeli yolda 1 s ilerledikten sonra duruyorlar.




**Buna göre, tahta bloğa yatay düzlemde etki eden sürtünme kuvvetinin büyüklüğü kaç N dur?**

A) 5 B) 4 C) 3 D) 2 E) 1

## Çözüm

Merminin tahta bloğa çarpıp saplanması olayı esnek olmayan çarpışmadır.Bu olayda momentum korunur. Buna göre;

$0,2.10 + 0,8.0 = P_{ortak} = 2$ Ns olur.

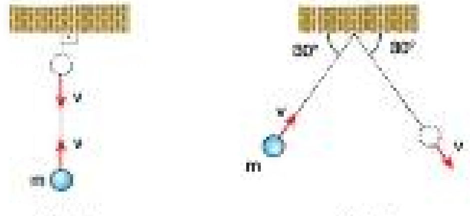
Çarpışmada oluşan ortak kütle sürtünmeli yola girince sürtünme kuvveti tahta bloğa itme uygulayarak 1 s sonra durmasını sağlamıştır. Yani cismin momentumunu 2 Ns den sıfıra düşürmüştür. Buna göre; cisme sürtünmenin uyguladığı itme 2 N.s dir.

$I = \vec{F}_s.\Delta t = \Delta\vec{P} \Rightarrow F_s.1 = 2 \Rightarrow F_s = 2$ N bulunur.

Cevap D

Fit Yayınları

**1.** Üsten görünümü verilen yatay ve sürtünmesiz düzlemdeki, m kütleli cisimlerden ilki v hızıyla duvara dik olarak çarpıp Şekil - I deki gibi yansırken, ikincisi de v hızıyla duvara çarpıp Şekil - II deki gibi yansıyor.

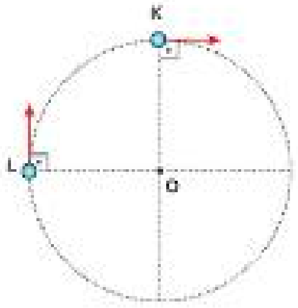


Şekil - I Şekil - II

**Cisimlere duvarın uyguladığı itmelerin büyüklükleri $I_1$ ve $I_2$ olduğuna göre, $\frac{I_1}{I_2}$ oranı kaçtır?**

A) 2 B) 1 C) $\frac{1}{2}$ D) 4 E) $\frac{1}{4}$

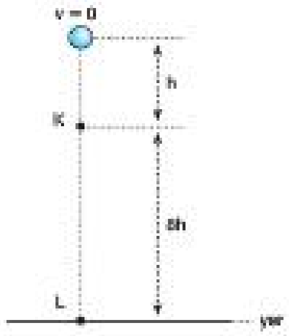
**2.** Sürtünmesiz yatay düzlemde O merkezli yörüngede, sabit 2 m/s süratle dönen 2 kg lık cisim K den L ye geliyor.




**Buna göre, KL noktaları arasında cismin momentum değişimi kaç kg.m/s dir?**

A) 2 B) $\sqrt{2}$ C) $2\sqrt{2}$ D) $4\sqrt{2}$ E) $8\sqrt{2}$

**3.** Sürtünmenin önemsenmediği ortamda şekildeki gibi serbest bırakılan cismin momentumunun büyüklüğü K noktasında $P_K$, L noktasında $P_L$ oluyor.




**Buna göre, $\frac{P_K}{P_L}$ oranı kaçtır?**

($g = 10\ m/s^2$)

A) $\frac{1}{8}$ B) 2 C) 3 D) $\frac{1}{3}$ E) $\frac{1}{4}$

**4.** X ve Y cisimlerine ait kütle ve kinetik enerji değerleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

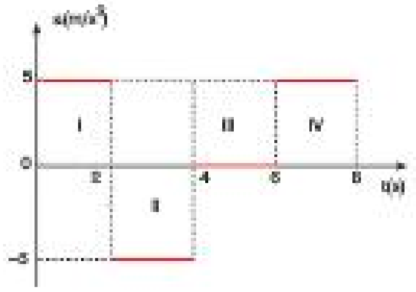
| Cisim | Kütle | Kinetik enerji |
|---|---|---|
| X | m | 4E |
| Y | 2m | 2E |

**X in momentumunun büyüklüğü $P_X$, Y ninki $P_Y$ olduğuna göre, $\frac{P_X}{P_Y}$ oranı kaçtır?**

A) 1 B) 2 C) $\frac{1}{2}$ D) 4 E) $\frac{1}{4}$

Fi̇f Yayınları

**5.** Başlangıçta durmakta olan, 1 kg kütleli bir cismin *ivme-zaman* grafiği şekildeki gibidir.

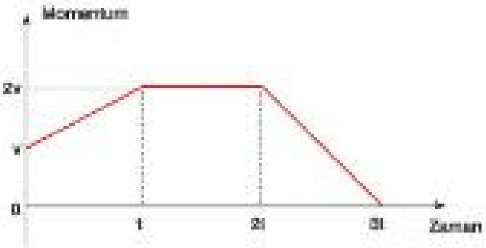



**Buna göre, hangi zaman aralığında cisme etki eden itme sıfırdır?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) II ve III E) I, II ve III

**6.** *Momentum-zaman* grafiği şekildeki gibi olan bir cisme (0 - t), (t - 2t) ve (2t - 3t) zaman aralıklarında uygulanan itmelerin büyüklükleri sırasıyla $I_1$, $I_2$, $I_3$ tür.




**Buna göre; $I_1$, $I_2$, $I_3$ arasındaki ilişki nedir?**

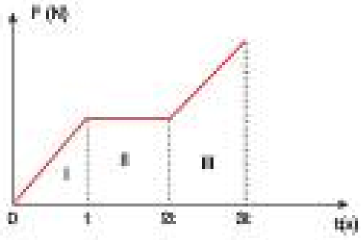
A) $I_1 = I_2 < I_3$ B) $I_2 < I_3 < I_1$

C) $I_3 < I_2 < I_1$ D) $I_2 < I_1 < I_3$

E) $I_1 < I_2 < I_3$

Fİ Yayınları

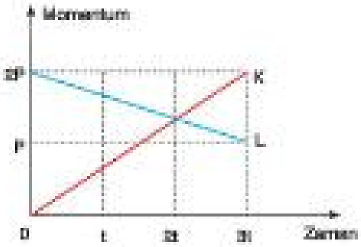
**7.** Doğrusal yolda, ilk hızı $v_0$ olan bir cisme t = 0 anından itibaren uygulanan net kuvvetin zamana bağlı değişim grafiği şekildeki gibidir.




**Buna göre, cismin I, II ve III zaman aralıklarındaki momentumu için aşağıdakilerden hangisi doğrudur?**

| | I | II | III |
|---|---|---|---|
| A) | Artar | Azalır | Azalır |
| B) | Artar | Artar | Artar |
| C) | Sabit | Sabit | Artar |
| D) | Sabit | Artar | Azalır |
| E) | Artar | Azalır | Artar |

**8.** K ve L cisimlerine ait *momentum-zaman* grafiği şekildeki gibidir. 0-3t zaman aralığında K ye uygulanan net kuvvet $F_K$, L ye uygulanan ise $F_L$ dir.

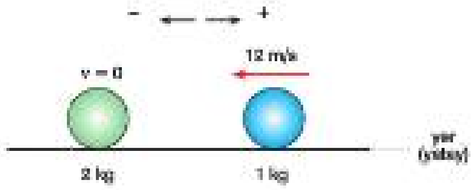



**Buna göre, $\frac{F_K}{F_L}$ oranı kaçtır?**

A) $\frac{1}{3}$ B) $\frac{2}{3}$ C) $\frac{1}{2}$ D) 2 E) 3

Test - 25 1-A 2-D 3-D 4-A 5-C 6-D 7-B 8-D

1. Sürtünmesiz yatay düzlemde durmakta olan 2 kg kütleli cisme, 12 m/s sabit hızla hareket eden 1 kg kütleli cisim şekildeki gibi merkezi ve esnek olarak çarpıyor.




**Buna göre, 1 kg kütleli cismin çarpışmadan sonraki hızının büyüklüğü ve hareket yönü nedir?**

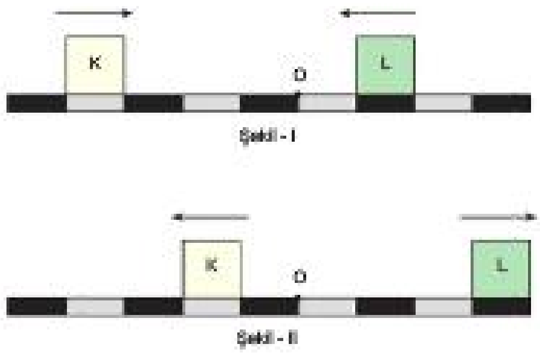
| | Hız (m/s) | Yön |
|---|---|---|
| A) | 8 | + |
| B) | 6 | + |
| C) | 4 | + |
| D) | 4 | – |
| E) | 8 | – |

2. Sürtünmesi önemsiz yatay düzlemde kütleleri $m_X$, $m_Y$, $m_Z$ olan X, Y, Z cisimleri Şekil-I deki hızlarla hareket ederek esnek çarpışma yapıyor. Cisimlerin birbirleri ile ilk çarpışma sonrası hızları Şekil-II deki gibi oluyor.

**Buna göre; $m_X$, $m_Y$, $m_Z$ arasındaki ilişki nedir?**

A) $m_X = m_Y = m_Z$
B) $m_X < m_Y < m_Z$
C) $m_Z < m_X < m_Y$
D) $m_Y < m_X < m_Z$
E) $m_Z < m_Y < m_X$

3. Sürtünmesiz ve eşit bölmeli yatay bir ray üzerinde sabit hızlarla hareket eden $m_K$, $m_L$ kütleli K, L cisimlerinin t = 0 anındaki hareket yönleri ve konumları Şekil - I deki gibidir. Cisimler $t_1 = t$ anında O noktasında çarpışıyor.

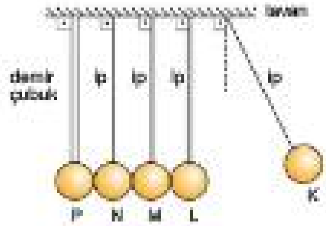



**$t_2 = 2t$ anında cisimlerin hareket yönleri ve konumları Şekil - II deki gibi olduğuna göre, $\frac{m_K}{m_L}$ oranı kaçtır?**

A) 1 B) 2 C) 4 D) $\frac{1}{2}$ E) $\frac{1}{3}$

Fri Yayınları

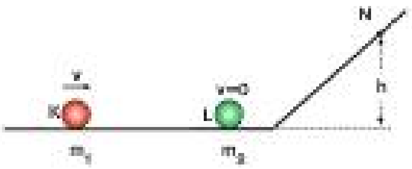
4. Özdeş K, L, M, N, P çelik bilyelerinden K, L, M, N bilyeleri iple tavana bağlanmış P çelik bilyesi ise demir çubukla tavana sabitlenmiştir. Bilyeler şekildeki konumdayken K serbest bırakıldığında L ye esnek olarak çarpıyor.




**Bu çarpmanın hemen sonunda hangi çelik bilye hareket eder?**

A) K B) L C) M D) N E) P

**5.** Sürtünmenin önemsiz olduğu ortamda K noktasından v hızı ile geçen $m_1$ kütleli cisim, L noktasında durmakta olan $m_2$ kütleli cisme çarptığında duruyor. $m_2$ kütleli cisim ise en fazla h yüksekliğine kadar çıkabiliyor.




**Buna göre;**

I. Cisimlerin kütleleri eşittir.

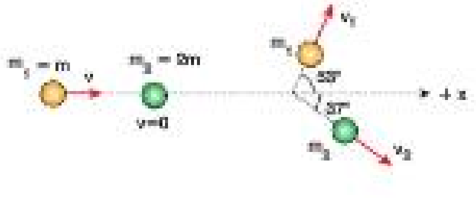
II. Cisimlerin kütleleri farklıdır.

III. $m_1$ kütlesinin hızı $v = \sqrt{2gh}$ dir.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve III E) II ve III

**6.** + x doğrultusunda v hızı ile hareket eden m kütleli cisim, durmakta olan 2m kütleli cisme Şekil - I deki gibi esnek çarpıyor.

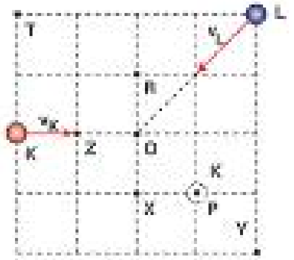



Şekil - I Şekil - II

**Çarpışmadan sonra cisimler Şekil - II deki gibi $v_1$ ve $v_2$ hızlarıyla saçıldıklarına göre, $\frac{v_1}{v_2}$ oranı kaçtır?**
($\sin53° = 0,8$; $\sin37° = 0,6$)

A) 1 B) $\frac{2}{3}$ C) $\frac{3}{2}$ D) $\frac{1}{3}$ E) 3

**7.** Aynı düzlem üzerinde şekildeki hızlarla, verilen konumlardan aynı anda hareket eden <u>eşit kütleli</u> K ve L cisimleri O noktasında tam esnek çarpışma yapıyor.

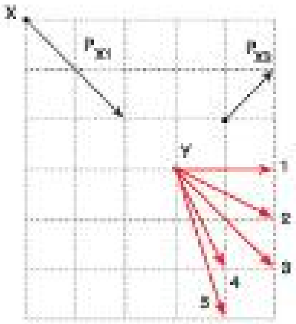



**Çarpıştıktan bir süre sonra, K cismi şekildeki P noktasında bulunduğuna göre, bu anda L cismi hangi nokta üzerindedir?**

A) X noktası B) Y noktası C) Z noktası
D) T noktası E) R noktası

Frf Yayınları

**8.** Sürtünmesiz yatay düzlemdeki ilk momentumu $P_{X1}$ olan X cismi, durmakta olan Y cismine çarpıp $P_{X2}$ momentumuyla şekildeki gibi hareket ediyor.




**Buna göre, çarpışmadan sonra Y cisminin hareket yönü şekilde verilenlerden hangisidir?**

A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 5

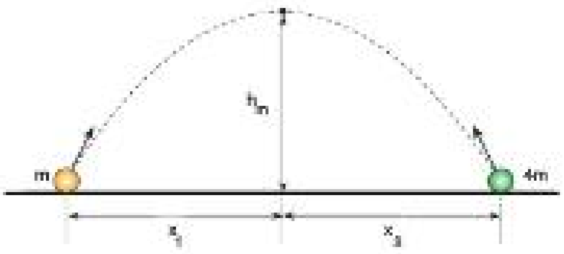
Test - 26 1-C 2-D 3-A 4-A 5-D 6-C 7-C 8-E

1. $m_1$ ve $m_2$ kütleli cisimler sürtünmesiz yatay düzlemde, şekildeki konumlardan aynı anda harekete başlayarak O noktasında çarpışıyorlar.

**Toplam kütlenin momentum vektörü P olduğuna göre, $\frac{m_1}{m_2}$ oranı kaçtır?**

A) $\frac{1}{8}$  B) $\frac{1}{4}$  C) $\frac{1}{2}$  D) 1  E) 4

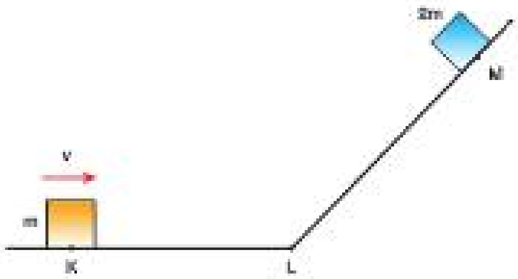
2. Sürtünmesiz ortamda eğik olarak atılan m ve 4m kütleli cisimler maksimum yüksekliğe ulaştıklarında çarpışıp yapışıyorlar.




**Çarpışmadan sonra cisimler serbest düşme yaptıklarına göre, $\frac{x_1}{x_2}$ oranı kaçtır?**

A) 1  B) 2  C) 4  D) $\frac{1}{2}$  E) $\frac{1}{4}$

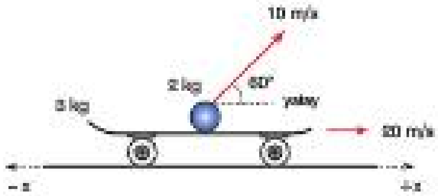
3. Düşey kesiti şekildeki gibi olan sürtünmesiz yatay yolda m kütleli cisim K noktasından v hızıyla geçtiği anda 2m kütleli cisim M noktasından serbest bırakılıyor.




**L noktasında çarpışıp yapışan cisimler durduklarına göre, KL yolunun uzunluğu LM yolunun uzunluğunun kaç katıdır?**

A) 1  B) 2  C) 3  D) 4  E) 5

4. Doğrusal ve sürtünmesiz bir yolda, 3 kg kütleli bir araba, +x yönünde 20 m/s hızla giderken üzerindeki 2 kg kütleli bir cisim yere göre 10 m/s hızla şekildeki gibi atılıyor.

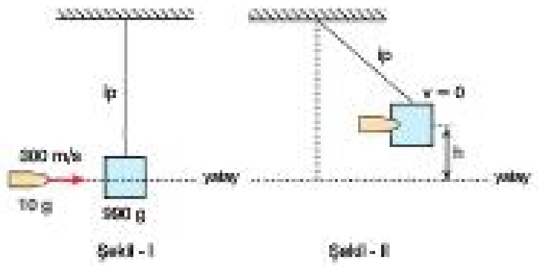



**Bu andan sonra arabanın hareketi için ne söylenebilir?**
($\cos 60° = \frac{1}{2}$)

A) Hemen durur.
B) 40 m/s hızla +x yönünde gider.
C) 30 m/s hızla +x yönünde gider.
D) 20 m/s hızla +x yönünde gider.
E) 30 m/s hızla –x yönünde gider.

Fen Yayınları

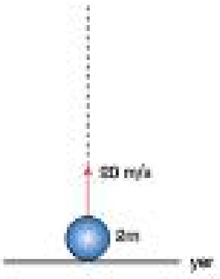
**5.** Kütlesi 990 g olan iple bağlı tahta blok Şekil - I deki konumda durmakta iken, 10 g kütleli bir mermi 300 m/s hızla tahta bloğa çarpıyor. Ortak kütlenin hızı Şekil - II deki gibi h kadar yükseldiğinde sıfır oluyor.




**Buna göre, h kaç cm dir?**

A) 10 B) 25 C) 30 D) 45 E) 50

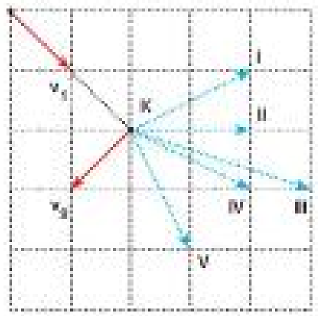
**6.** Sürtünmesiz ortamda 2m kütleli bir cisim 20 m/s hızla şekildeki gibi düşey atılıyor. Cisim atıldıktan 1 s sonra iç patlama geçirerek iki eşit parçaya ayrılıyor.




**Parçalardan biri yere göre 10 m/s hızla yere doğru düşey atış hareketi yaptığına göre, diğer parça yerden en fazla kaç m yükselir?**
($g = 10\ m/s^2$)

A) 15 B) 25 C) 30 D) 45 E) 60

**7.** Sürtünmenin önemsiz olduğu yatay düzlemde, şekildeki gibi $v_1$ hız vektörü ile ilerleyen 2m kütleli cisim K noktasında iç patlama sonucu kütlece iki eşit parçaya ayrılıyor.




**Cisimlerden biri $v_2$ hız vektörü ile hareket ettiğine göre, diğer parçanın hız vektörü gösterilenlerden hangisidir?**

A) I B) II C) III D) IV E) V

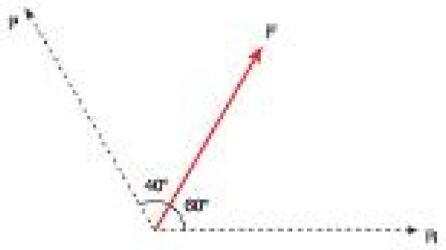
**8.** Kütlesi 60 kg olan bir avcı elindeki 4 kg kütleli tüfeği yatay düzlemde gevşek bir biçimde tutarak tetiğe basıyor. Namludan çıkan kurşunun kütlesi 20 g, çıkış anındaki hızı da 250 m/s dir.

**Buna göre, tüfeğin geri tepme hızının büyüklüğü kaç m/s olur?** (Atılan kurşunun tüfeğin kütlesini değiştirmediği kabul edilecektir.)

A) 5 B) 2,5 C) 1,25 D) 1 E) 0,5

Test - 27 1-B 2-C 3-D 4-C 5-D 6-E 7-C 8-C

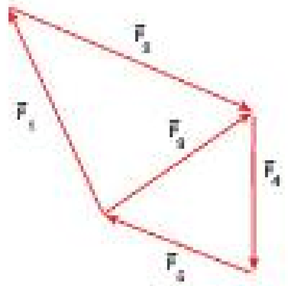
1. Aralarında 100° açı olan PR eksenlerinin arasında bulunan $\vec{F}$ kuvveti şekildeki gibidir.




**$\vec{F}$ kuvvetinin büyüklüğü F ve PR eksenleri üzerindeki bileşenlerinin büyüklüğü $F_P$ ve $F_R$ olduğuna göre; F, $F_P$, $F_R$ arasındaki ilişki nedir?**

A) $F_P > F > F_R$
B) $F > F_R > F_P$
C) $F > F_P > F_R$
D) $F > F_P = F_R$
E) $F = F_P = F_R$

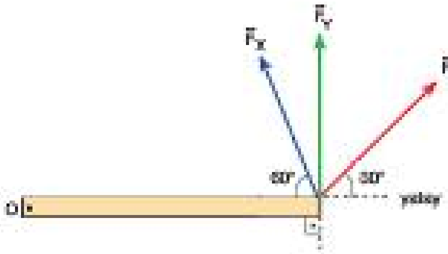
2. Aynı düzlemde bulunan $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$, $\vec{F}_3$, $\vec{F}_4$ ve $\vec{F}_5$ kuvvetleri şekildeki gibidir.




**Buna göre, bu kuvvetlerin bileşkesinin dengeleyeni olan kuvvet aşağıdaki kuvvetlerden hangisine eşittir?**

A) $\vec{F}_3$ B) $-\vec{F}_3$ C) $-\vec{F}_4$ D) $\vec{F}_5$ E) $-\vec{F}_1$

3. O noktası etrafında serbestçe dönebilecek şekilde mile geçirilmiş düzgün çubuğun ucuna $\vec{F}_X$, $\vec{F}_Y$, $\vec{F}_Z$ kuvvetleri şekildeki gibi uygulanmaktadır.

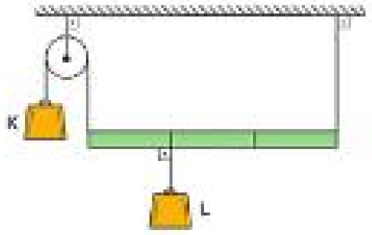



**Kuvvetlerin O noktasına göre torkları eşit büyüklükte olduğuna göre, kuvvetlerin büyüklükleri $F_X$, $F_Y$, $F_Z$ arasındaki ilişki nedir?**

$(\sin 30° = \frac{1}{2}; \sin 60° = \frac{\sqrt{3}}{2})$

A) $F_X > F_Y > F_Z$
B) $F_Y > F_X > F_Z$
C) $F_Z > F_Y > F_X$
D) $F_Z > F_X > F_Y$
E) $F_Y > F_X = F_Z$

4. Kütlesi önemsenmeyen, eşit bölmeli bir çubuk, K ve L cisimleri ile şekildeki gibi dengede durmaktadır.

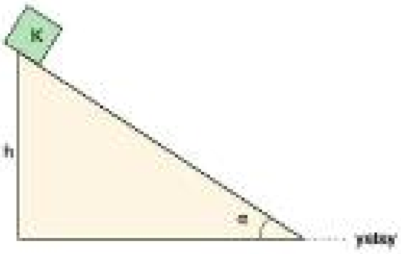



**K ve L cisimlerinin ağırlıkları $P_K$ ve $P_L$ olduğuna göre; $\frac{P_K}{P_L}$ oranı kaçtır?**

A) $\frac{1}{3}$ B) $\frac{2}{3}$ C) 1 D) $\frac{3}{2}$ E) 2

Fırat Yayınları

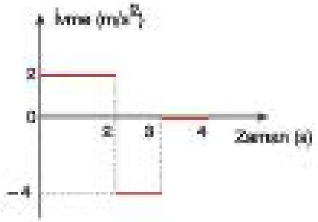
**5.** Şekildeki sürtünmesiz eğik düzlemin üst ucundaki K cismi serbest bırakıldığında ivmesinin büyüklüğü a ve eğik düzlemin alt ucuna ulaştığı andaki hızının büyüklüğü v oluyor.




**h yüksekliği değişmeden yalnız α açısı artırılarak K cismi eğik düzlemin üst ucundan serbest bırakılırsa a ve v için ne söylenebilir?**

| | a | v |
|---|---|---|
| A) | Artar | Artar |
| B) | Azalır | Artar |
| C) | Artar | Azalır |
| D) | Değişmez | Değişmez |
| E) | Artar | Değişmez |

**6.** Doğrusal bir yolda, ilk hızsız olarak harekete geçen bir cisme ait ivme-zaman grafiği şekildeki gibidir.

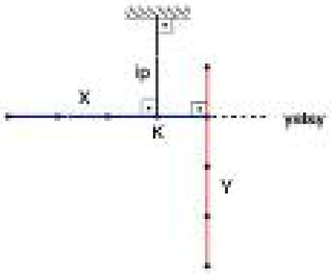



**Buna göre, cisim (0 - 4) s aralığında kaç m yer değiştirmiştir?**

A) 0  B) 4  C) 6  D) 8  E) 10

Fi̇f Yayınları

**7.** Eşit bölmeli ve kendi içerisinde türdeş X ve Y telleri birbirine bağlanarak K noktasından asıldığında şekildeki gibi dengede kalmaktadır.




**Buna göre,**

I. X ve Y tellerinin ağırlıkları eşittir.

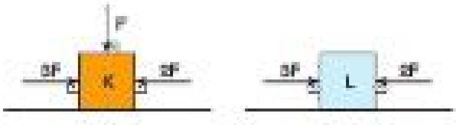
II. İpin düşey doğrultusu sistemin ağırlık merkezinden geçmektedir.

III. X ve Y tellerinin ağırlık merkezi K noktasıdır.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I  B) I ve II  C) I ve III  D) II ve III  E) I, II ve III

**8.** Yatay tahta zeminler üzerinde duran özdeş K, L küplerine Şekil - I ve Şekil - II deki kuvvetler etki ettiğinde, küpler hareket etmiyor.

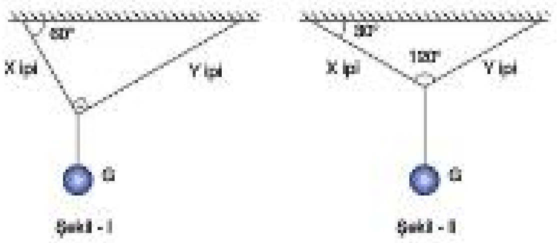



**Tahta zemin ile K, L küpleri arasındaki statik sürtünme kuvvetlerinin büyüklükleri sırasıyla $f_K$, $f_L$ olduğuna göre, $\frac{f_K}{f_L}$ oranı kaçtır?**

A) $\frac{1}{4}$  B) $\frac{1}{2}$  C) 1  D) 2  E) 4

Test - 28  1-C  2-B  3-D  4-B  5-E  6-C  7-B  8-C

**1.** Ağırlığı G olan bir cisim X ve Y iplerine bağlanıp tavana asıldığında Şekil - I deki gibi dengede iken iplerde oluşan gerilme kuvvetlerinin büyüklükleri $T_X$, $T_Y$ oluyor.

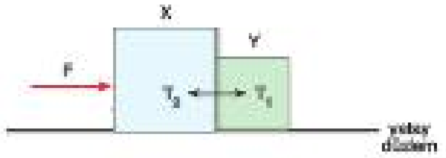



**Y ipinin boyu kısaltılıp G ağırlıklı cisim Şekil - II deki gibi dengelendiğine göre, $T_X$ ve $T_Y$ için ne söylenebilir?**

($\sin 30° = \frac{1}{2}$; $\sin 60° = \frac{\sqrt{3}}{2}$)

| | $T_X$ | $T_Y$ |
|---|---|---|
| A) | Artar | Artar |
| B) | Değişmez | Artar |
| C) | Azalır | Artar |
| D) | Azalır | Değişmez |
| E) | Azalır | Azalır |

**2.** Sürtünmesiz yatay düzlemde, şekildeki gibi birbirine dokunacak biçimde konulmuş 2m kütleli X cismi ile m kütleli Y cismi yatay F büyüklüğündeki kuvvet ile itiliyor. Cisimler hareket ederken X'in Y'ye uyguladığı etki kuvvetinin büyüklüğü $T_1$, Y'nin X'e uyguladığı tepki kuvvetinin büyüklüğü $T_2$ oluyor.




**Buna göre; F, $T_1$, $T_2$ arasındaki ilişki nedir?**

A) $F = T_1 = T_2$

B) $T_2 < T_1 < F$

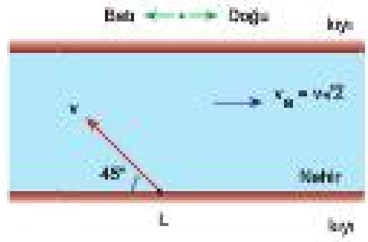
C) $T_1 = T_2 < F$

D) $T_2 < T_1 = F$

E) $T_1 < T_2 < F$

Fr Yayınları

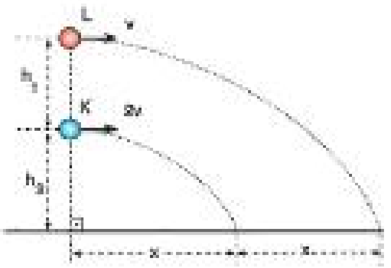
**3.** Akıntı hızının $v\sqrt{2}$ olduğu bir ırmakta L yüzücüsü yere göre v hızıyla şekildeki gibi suya giriyor.




**Buna göre, v hızıyla kuzey-doğuya doğru hareket eden bir K koşucusu, L yi hangi hızla ve hangi yönde hareket ediyormuş gibi görür?**

| | Hız | Yön |
|---|---|---|
| A) | $v$ | Kuzeye |
| B) | $v\sqrt{2}$ | Doğuya |
| C) | $v\sqrt{3}$ | Güneye |
| D) | $v\sqrt{5}$ | Batıya |
| E) | $v\sqrt{2}$ | Batıya |

**4.** K ve L cisimleri $h_1$ ve $h_2$ yüksekliklerinden yatay 2v, v hızlarıyla atıldıklarında şekildeki kesikli çizgi ile verilen yörüngeleri izliyorlar.

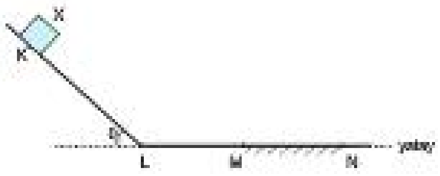



**Buna göre, $\frac{h_1}{h_2}$ oranı kaçtır?**

(Sürtünmeler önemsizdir.)

A) 16 B) 15 C) $\frac{16}{15}$ D) $\frac{15}{16}$ E) $\frac{1}{16}$

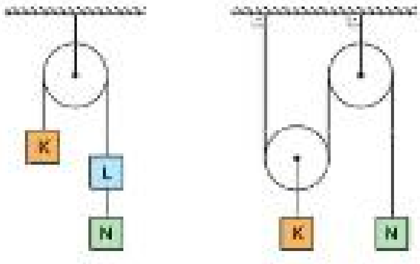
**5.** Şekilde düşey kesiti verilen KLMN yolunun yalnız MN aralığı sürtünmelidir. Yolun K noktasından ilk hızsız harekete başlayan X cismi MN arasında düzgün yavaşlayarak N de duruyor.




**X cisminin ortalama hızının büyüklüğü KL arasında $v_1$, LM arasında $v_2$, MN arasında $v_3$ olduğuna göre; $v_1$, $v_2$, $v_3$ arasındaki ilişki nedir?**

A) $v_1 > v_2 > v_3$
B) $v_3 > v_2 > v_1$
C) $v_1 = v_3 > v_2$
D) $v_2 = v_3 > v_1$
E) $v_2 > v_1 = v_3$

**6.** Kütleleri $m_K$, $m_L$, $m_N$ olan K, L, N cisimlerinden K, L, N Şekil - I deki gibi, K ve N ise Şekil - II deki gibi dengededir.

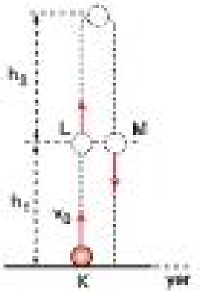



Şekil - I Şekil - II

**Makaraların kütlesi ve sürtünmeler önemsenmediğine göre; $m_K$, $m_L$, $m_N$ arasındaki ilişki nedir?**

A) $m_K < m_L = m_N$
B) $m_K < m_L < m_N$
C) $m_L = m_N < m_K$
D) $m_N < m_L < m_K$
E) $m_N < m_K < m_L$

**7.** Şekildeki gibi bir cisim $v_0$ hızıyla düşey yukarı atıldığında K den L ye $t_1$, L den M ye $t_2$ sürede ulaşıyor.

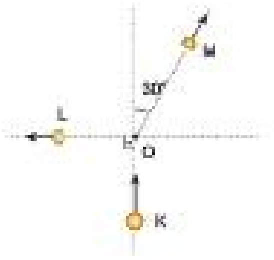



$\frac{t_1}{t_2} = \frac{1}{2}$ **olduğuna göre,** $\frac{h_1}{h_2}$ **oranı kaçtır?**

($g = 10\ m/s^2$, sürtünmeler önemsizdir.)

A) $\frac{5}{4}$ B) 3 C) 2 D) 1 E) $\frac{3}{5}$

**8.** Sürtünmesiz yatay düzlemde hareket etmekte olan K cismi O noktasına geldiğinde bir iç patlama sonucu şekildeki gibi hareket eden L ve M parçalarına ayrılıyor.




**K nin momentumunun büyüklüğü $P_K$, L ninki $P_L$, M ninki $P_M$ olduğuna göre; $P_K$, $P_L$, $P_M$ arasındaki ilişki nedir?**

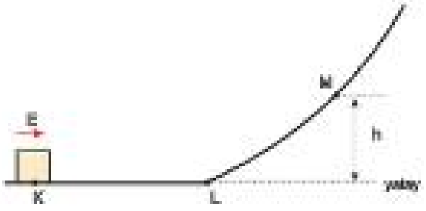
($\sin 30° = 0,5$)

A) $P_L < P_K < P_M$
B) $P_L < P_M < P_K$
C) $P_M < P_K = P_L$
D) $P_K < P_L < P_M$
E) $P_K < P_M < P_L$

Yayınları

Test - 29 1-A 2-C 3-E 4-B 5-E 6-C 7-B 8-A

1. Kütlesi 2m olan bir cisim E kinetik enerjisiyle atılınca, L noktasından v hızıyla geçerek en fazla h kadar yükseliyor.




**Cismin kütlesi m yapılıp aynı enerjiyle atılırsa,**

I. L noktasından 2v hızıyla geçer.

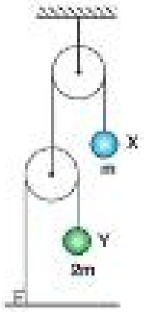
II. Cisim en fazla 2h yükselir.

III. Cisim dönüşte K noktasından E enerjisiyle geçer.

**yargılarından hangileri doğrudur?**
(Sürtünmeler ihmal edilecektir.)

A) Yalnız I B) I ve II C) Yalnız III D) II ve III E) I ve III

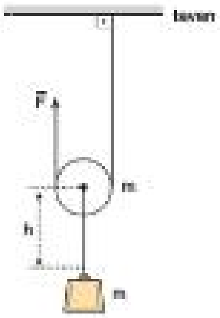
2. Kütleleri m ve 2m olan X ve Y cisimleri şekildeki konumda tutulurken düzenek serbest bırakıldıktan t süre sonra cisimlerin kinetik enerjileri $E_X$ ve $E_Y$ oluyor.




**Buna göre, $\frac{E_X}{E_Y}$ oranı kaçtır?**
(Sürtünmeler ve makaraların kütlesi önemsizdir.)

A) $\frac{1}{8}$ B) $\frac{1}{4}$ C) $\frac{1}{2}$ D) 2 E) 4

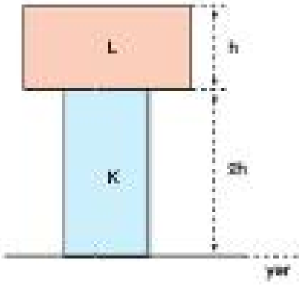
3. Şekildeki makara düzeneğinde cisim ve makaranın kütlesi m dir.




**Buna göre, cismi h kadar yükseltmek için, düşey doğrultudaki $\vec{F}$ kuvvetinin en az kaç mgh lik iş yapması gerekir?**
(g : Yer çekimi ivmesi)

A) 1 B) 1,5 C) 2 D) 2,5 E) 4

4. Özdeş ve türdeş K, L metal prizmaları şekildeki gibi üst üste konulmuştur. Bu durumda iken L nin yere göre kütle çekim potansiyel enerjisi E dir.

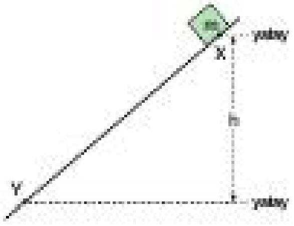



**Buna göre; sistemin yere göre toplam kütle çekim potansiyel enerjisi kaç E dir?**

A) $\frac{7}{5}$ B) $\frac{5}{3}$ C) $\frac{5}{2}$ D) $\frac{8}{5}$ E) $\frac{3}{2}$

Fırat Yayınları

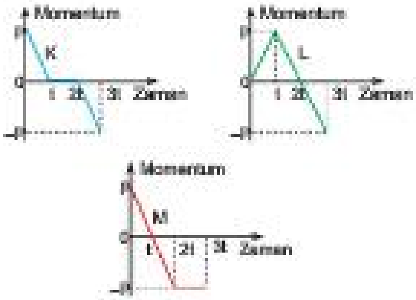
**5.** Düşey kesiti verilen şekildeki sürtünmesiz eğik düzlemin X noktasından serbest bırakılan m kütleli cismin, Y noktasından geçerken momentumunun büyüklüğü P, kinetik enerjisi E oluyor.




**Buna göre, X noktasından 2m kütleli bir cisim serbest bırakılırsa, Y noktasından geçerken cismin momentumunun büyüklüğü ve kinetik enerjisi aşağıdakilerden hangisi olur?**

| | Momentum | Kinetik enerji |
|---|---|---|
| A) | P | 2E |
| B) | 2P | 2E |
| C) | P | $\sqrt{2}E$ |
| D) | $\sqrt{2}P$ | 4E |
| E) | 2P | $\sqrt{2}E$ |

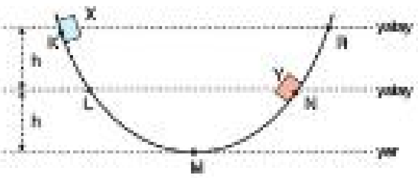
**6.** Kütleleri eşit K, L, M cisimlerinin momentumlarının zamana göre değişimleri şekildeki gibidir.




**Bu cisimlerin 3t süresi içinde yer değiştirmeleri $x_K$, $x_L$, $x_M$ olduğuna göre, bunlar arasındaki ilişki nedir?**

A) $x_K > x_L > x_M$
B) $x_L > x_M > x_K$
C) $x_M > x_L > x_K$
D) $x_M > x_K > x_L$
E) $x_K > x_M > x_L$

**7.** Düşey kesiti verilen sürtünmesiz rayın K ve N noktalarından ilk hızsız bırakılan X ve Y cisimleri M noktasında esnek çarpışma yaptıktan sonra, X cismi K noktasına kadar, Y cismi de N noktasına kadar ancak çıkabiliyor.



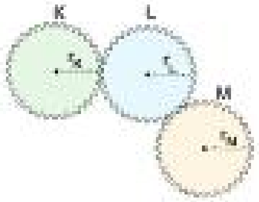

**Buna göre X ve Y cisimlerinin,**

I. Kütleleri
II. M noktasındaki hız büyüklükleri
III. M noktasındaki momentum büyüklükleri

**niceliklerinden hangileri birbirine eşittir?**

A) Yalnız I
B) Yalnız II
C) Yalnız III
D) I ve II
E) II ve III

**8.** Yarıçapları $r_K$, $r_L$ ve $r_M$ olan K, L ve M dişlileri şekildeki konumdadır. K dişlisi n tur döndürüldüğünde M dişlisinin tur sayısı $n_M$ oluyor.




**Buna göre,**

I. Yalnız $n_K$ artarsa, $n_M$ artar.
II. Yalnız $r_L$ artarsa, $n_M$ artar.
III. Yalnız $r_K$ artarsa, $n_M$ artar.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I
B) Yalnız II
C) Yalnız III
D) I ve III
E) I, II ve III

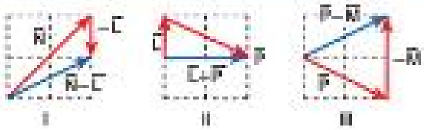
...rt Yayınları

Test - 30 1-D 2-A 3-C 4-A 5-B 6-C 7-C 8-D

# ÇÖZÜMLERİ

## Test - 1

### Çözüm 1




I.Şekildeki gibi $\vec{N}-\vec{L}=\vec{K}$ olur. (I.Doğru)

II.Şekildeki gibi $\vec{L}+\vec{P}$ vektörü $\vec{K}$ vektörüne eşit olmaz. (II.Yanlış)

III.Şekildeki gibi $\vec{P}-\vec{M}=\vec{K}$ olur. (III.Doğru)

Cevap A

### Çözüm 2

Şekilde görüldüğü gibi $\vec{M}$ ve $\vec{N}$ vektörleri birbirinin zıddıdır. Bundan dolayı $\vec{M}+\vec{N}=0$ olur.

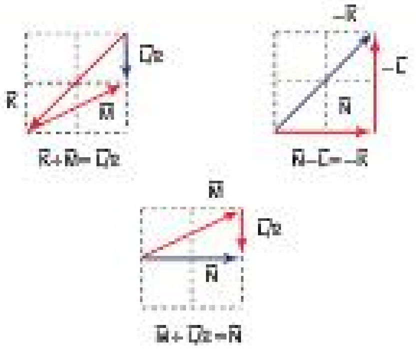
$\vec{K}$ ve $\vec{L}$ vektörleri ise eşit vektörlerdir. $\vec{K}=\vec{L}$ dir.

Buna göre;

$\vec{K}+\vec{L}+\vec{M}+\vec{N}=2\vec{K}=2\vec{L}$ olur.

Cevap A

### Çözüm 3




K, L, M vektörleri şekildeki gibi uç uca eklenerek toplandığında;

$\vec{K}+\vec{M}=\dfrac{\vec{L}}{2}$ (I.Doğru)

$\vec{N}-\vec{L}=-\vec{K}$ (II.Doğru)

$\vec{M}+\dfrac{\vec{L}}{2}=\vec{N}$ (III.Doğru)

olduğu görülür.

Cevap E

### Çözüm 4

Birbirinin negatifi yani tersi olan iki vektörün;

Doğrultuları aynıdır. (I.Doğru)

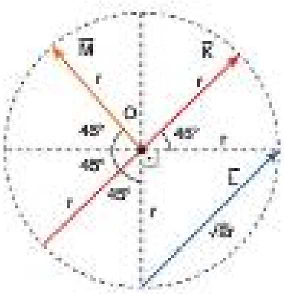
Şiddetleri eşittir. (II.Doğru)

Yönleri birbirinin zıttıdır. (III.Yanlış)

Cevap D

### Çözüm 5

Şekilde görüleceği üzere, O merkezli çemberin yarıçapına r denilirse $\vec{L}$ vektörünün büyüklüğü pisagor teoreminden,




$L^2=r^2+r^2=2r^2$

$L=|\vec{L}|=\sqrt{2}r$ olur.

$\vec{K}$ ve $\vec{M}$ vektörlerinin büyüklükleri ise,

$|\vec{K}|=2r,\ |\vec{M}|=r$ dir.

Buna göre,

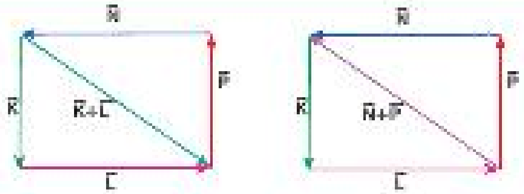
$\vec{K}=2\vec{L}$ olamaz. (I.Yanlış)

$|\vec{K}|=2|\vec{M}|$ olur. (II.Doğru)

$|\vec{L}|=|\vec{M}|$ olamaz. (III.Yanlış)

Cevap B

## Çözüm 6



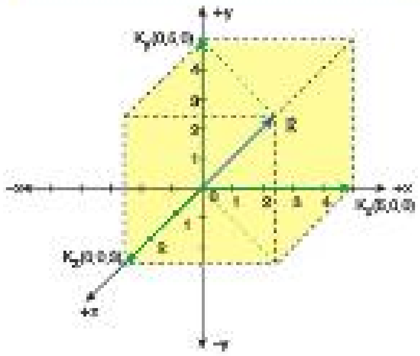

$\vec{K}$, $\vec{L}$ vektörleri ile N, $\vec{P}$ vektörleri çokgen kuralına göre toplanırsa $\vec{K}+\vec{L}$ vektörü ile $\vec{N}+\vec{P}$ vektörü şekildeki gibi oluşur.

Şekilden de görüleceği gibi $\vec{K}+\vec{L}$ ve $\vec{N}+\vec{P}$ vektörleri birbirinin tersi olan vektörlerdir.

Bundan dolayı $\vec{K}+\vec{L}=\vec{N}+\vec{P}$ denilemez.

Cevap B

## Çözüm 7

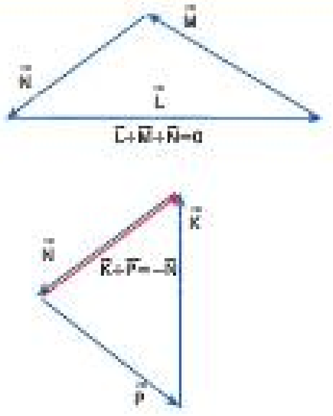



$\vec{R}$ vektörünün xyz eksenlerindeki bileşenleri $K_x$, $K_y$, $K_z$ nin koordinat noktaları şekildeki gibi olur.

Bu noktalara göre $\vec{R}$ vektörü $\vec{R}(K_x, K_y, K_z)$ şeklinde tanımlanırsa $\vec{R}(5,5,3)$ olur.

Cevap C

## Çözüm 8




Şekildeki gibi vektörler çokgen metoduna göre toplandığında,

$\vec{L}+\vec{M}+\vec{N}=0$ ve $\vec{K}+\vec{P}=-\vec{N}$ olduğu görülür.

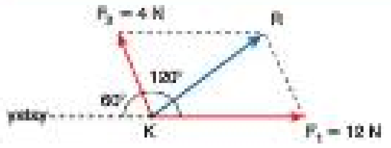
Buna göre, $\vec{K}+\vec{L}+\vec{M}+\vec{N}+\vec{P}=-\vec{N}$ dir.

Cevap B

Fi Yayınları

# Test - 2

## Çözüm 1

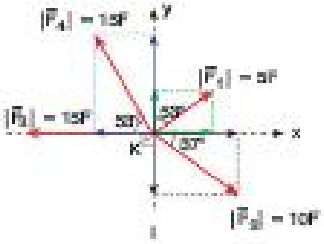



Durmakta olan cisimler bileşke kuvvetin etkisinde ve bileşke kuvvetin etkidiği yönde harekete geçerler. Durmakta olan noktasal K cismine etkiyen $\vec{F}_1$ ve $\vec{F}_2$ kuvvetlerinin oluşturduğu bileşke kuvvet $\vec{R}$, paralel kenar metodu ile şekildeki gibi bulunur. R nin büyüklüğü $R^2 = F_1^2 + F_2^2 + 2F_1.F_2.\cos 120°$ formülünden,

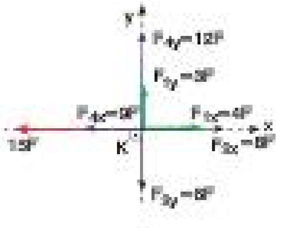
$R^2 = 4^2 + 12^2 + 2.4.12.(-\frac{1}{2}) = 112 \Rightarrow R = 4\sqrt{7}$ N bulunur.

Cevap B

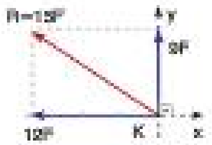
## Çözüm 2



I



II



III

$\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$, $\vec{F}_4$ kuvvetleri I. şekildeki gibi dik bileşenlerine ayrılır.Buna göre;

$F_{1x} = 5F.\sin53° = 5F.0,8 = 4F$

$F_{1y} = 5F.\cos53° = 5F.0,6 = 3F$

$F_{2x} = 10F.\cos37° = 10F.0,8 = 8F$

$F_{2y} = 10F.\sin37° = 10F.0,6 = 6F$

$F_{4x} = 15F.\cos53° = 15F.0,6 = 9F$

$F_{4y} = 15F.\sin53° = 15F.0,8 = 12F$ bulunur.

Bu kuvvetler II. şekildeki gibi gösterilip xy eksenleri üzerindeki bileşke kuvvetler hesaplandığında III.şekildeki gibi iki kuvvet bulunur.

Bu iki kuvvetin bileşkesinin büyüklüğü R pisagor teoremine göre hesaplanırsa,

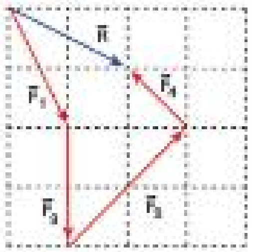
$R^2 = (9F)^2 + (12F)^2$

$R^2 = 81F^2 + 144F^2 = 225F^2$

R = 15F bulunur.

Cevap D

## Çözüm 3

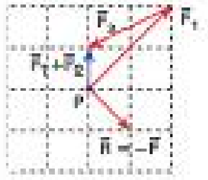



$\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$, $\vec{F}_3$, $\vec{F}_4$ kuvvetlerinin bileşkesi olan $\vec{R}$ şekildeki gibi bulunur. Dengeleyici kuvvet $\vec{F}_5$ kuvveti, $\vec{R}$ nin zıddı olan kuvvettir.

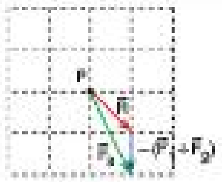
Bu kuvvette Şekil - II deki I numaralı kuvvettir.

Cevap A

## Çözüm 4



Şekil - I



Şekil - II

Dengeleyici $\vec{F}$ kuvveti, $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$, $\vec{F}_3$ kuvvetlerinin bileşkesi $\vec{R}$ nin zıddı olan kuvvettir.

Bundan dolayı, Şekil - I deki gibi $\vec{R} = -\vec{F}$ dır.

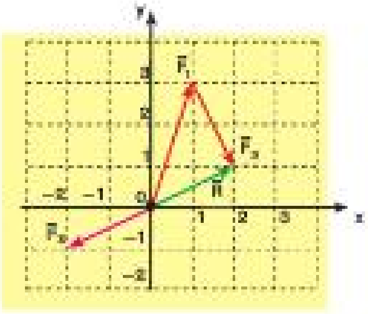
$\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3$ dür. $\vec{F}_1 + \vec{F}_2$ kuvveti Şekil - I deki gibi uç uca ekleme metodu ile bulunur.

$\vec{F}_3$ kuvveti ise $\vec{F}_3 = \vec{R} - (\vec{F}_1 + \vec{F}_2)$ den Şekil - II deki gibi uç uca ekleme metodu ile bulunur.

Cevap D

FrF Yayınları

## Çözüm 5

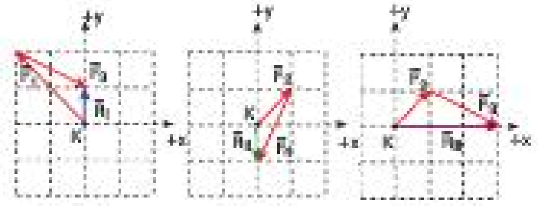



Noktasal parçacığın sabit hızla hareket etmesi cisme etki eden bileşke kuvvetin sıfır olması demektir. Şekilde görüldüğü gibi $\vec{F}_1$ ve $\vec{F}_2$ kuvvetlerinin bileşkesi uç uca eklenerek $\vec{R}$ olarak bulunur.

$\vec{R}$ yi sıfır yapacak $\vec{F}_3$ kuvveti şekildeki gibi $\vec{R}$ nin zıddı olan kuvvettir. Buna göre, $\vec{F}_3$ ün bitiş noktasının (x, y) koordinatları (– 2, – 1) olur.

**Cevap E**

## Çözüm 7




$\vec{F}_1 + \vec{F}_3 = \vec{R}_I$ $\vec{F}_2 + \vec{F}_4 = \vec{R}_{II}$ $\vec{F}_2 + \vec{F}_3 = \vec{R}_{III}$

Noktasal K cisminin + y yönünde harekete geçebilmesi için cisme etkiyecek bileşke kuvvetin yönünün + y yönünde olması gerekir. Buna göre, şekildeki gibi;

$\vec{F}_1 + \vec{F}_3 = \vec{R}_I$ kuvveti + y yönünde oluşur. (I.Doğru)

$\vec{F}_2 + \vec{F}_4 = \vec{R}_{II}$ kuvveti – y yönünde oluşur. (II.Yanlış)

$\vec{F}_2 + \vec{F}_3 = \vec{R}_{III}$ kuvveti + x yönünde oluşur. (III.Yanlış)

**Cevap A**

Fen Yayınları

## Çözüm 6

Herhangi iki kuvvet ile oluşturulacak bileşke kuvvetin büyüklüğü, bu iki kuvvetin büyüklüklerinin toplamı ile farkı arasındaki değerlere eşit olabilir.

Buna göre, verilen kuvvetlerden 4 N ve 8 N luk kuvvetlerle oluşturulacak bileşke kuvvetin büyüklüğüne R denilirse,

$8 - 4 \leq R \leq 8 + 4$ ifadesinden $4\ N \leq R \leq 12\ N$ olur.

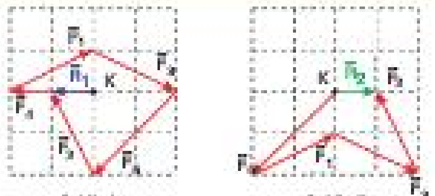
Bu durumda 4 N ve 8 N luk iki kuvvetle 10 N büyüklüğünde bir bileşke kuvvet oluşturulabilir.

Soruda verilen 10 N büyüklüğündeki kuvvet ile 4 N ve 8 N büyüklüğündeki kuvvetler kullanılarak oluşturulan 10 N büyüklüğündeki kuvvet zıt yönlü ise bunların bileşkesi sıfır olur.

Bu durumda, 4 N, 8 N ve 10 N büyüklüğündeki kuvvetlerin bileşkesi en küçük sıfır olabilir.

**Cevap A**

## Çözüm 8




Şekil - I Şekil - II

$\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$, $\vec{F}_3$, $\vec{F}_4$ ve $\vec{F}_5$ kuvvetleri uç uca eklenerek bileşke kuvvet Şekil - I deki gibi $\vec{R}_1$ olarak bulunur.

Bileşke kuvvetin doğrultusunun değişmemesi için $\vec{R}_1$ ile aynı doğrultuda olan bir kuvvet çıkarılmalıdır.

$\vec{F}_4$ kuvveti görüldüğü gibi $\vec{R}_1$ ile aynı doğrultuda olan bir kuvvettir. Bundan dolayı $\vec{F}_4$ kuvveti $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$, $\vec{F}_3$, $\vec{F}_5$ kuvvetlerinin bileşkesi Şekil - II deki gibi bulunduğunda oluşan $\vec{R}_2$ kuvveti $\vec{R}_1$ ile aynı doğrultuda olur.

**Cevap D**

## Test - 3

### Çözüm 1

Bir kuvvetin dönme noktasına göre torkunun oluşabilmesi için kuvvetin doğrultusu ile dönme noktası arasında dik uzaklığın olması gerekir.

Kuvvetin büyüklüğü ile bu dik uzaklığın çarpımı torkun şiddetini verir.

Şekilde dikkat edilirse $\vec{F}$ kuvvetinin üzerinde olduğu doğrultu ile O noktası arasındaki dik uzaklık $d_1$ dir.

Bundan dolayı $\vec{F}$ nin büyüklüğü ile $d_1$ in çarpımı torkun büyüklüğünü verir.

O noktasına göre torkun büyüklüğünün hesaplanması için $d_1$ in bilinmesi yeterlidir.

Cevap A

### Çözüm 2

$F_1$ ve $F_2$ kuvvetlerinin O noktasına göre torkları sağ el kuralına göre bulunursa;

$\vec{\tau}_1 = 40 \,.\, 0{,}3 = 12$ Nm sayfa düzlemine dik dışarı yönde

$\vec{\tau}_2 = 10 \,.\, 0{,}2 = 2$ Nm sayfa düzlemine dik içeri yönde

Buna göre;

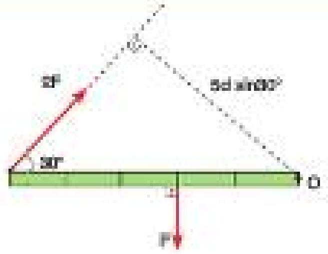
O noktasına göre toplam tork $\vec{\tau}_O = \vec{\tau}_1 + \vec{\tau}_2$ den $\vec{\tau}_1$ ve $\vec{\tau}_2$ zıt yönlü olduğu için toplam torkun şiddeti büyük torktan küçük torkun farkı şeklinde bulunur.

$\vec{\tau}_O = 12 - 2 = 10$ Nm sayfa düzlemine dik dışarı yönde

bulunur.

Cevap D

### Çözüm 3




Eşit bölmeli düzgün çubuğun her bir bölmesinin uzunluğuna d denilirse, 2F kuvveti ile O noktası arasındaki dik uzaklık şekildeki gibi $5d.\sin30° = \frac{5}{2}d$, F kuvveti ile O noktası arasındaki dik uzaklık ise 2d olur.

F nin O ya göre torkunun büyüklüğü, $\tau = F.2d$, yönü ise sağ el kuralından sayfa düzlemine dik dışarı ⊙ yöndedir.

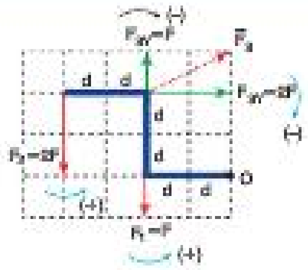
2F nin O ya göre torkunun büyüklüğü $2F.\frac{5}{2}d = 5Fd$, yönü ise sağ el kuralından sayfa düzlemine dik içeri ⊗ yöndedir.

Buna göre, O noktasına göre toplam tork; $\tau' = 5Fd - 2Fd = 3Fd$ olup, yönü sayfa düzlemine dik ve içeri yöndedir.

$\tau = 2Fd$ ve $\tau' = 3Fd$ olduğundan, $\tau' = \frac{3}{2}\tau$ olur.

Cevap D

### Çözüm 4




$F_3$ kuvveti şekildeki gibi $F_{3X}$ ve $F_{3Y}$ dik bileşenlerine ayrılır.

Kuvvetlerin O noktası etrafında çubuğu dönmeye zorladıkları yönler şekildeki gibi gösterilir.

Eşit kare bölmeli düzleme göre, $F_1 = F$ büyüklüğünde olduğundan, $F_2 = 2F$, $F_{3X} = 2F$, $F_{3Y} = F$ olur.

Buna göre O noktasına göre tork, kuvvetlerin çubuğu döndürme yönleri dikkate alınarak hesaplanırsa,

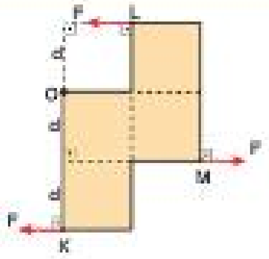
$\vec{\tau} = +F_1.2d + F_2.4d - F_{3X}.2d - F_{3Y}.2d$

$\vec{\tau} = +F.2d + 2F.4d - 2F.2d - F.2d$

$\vec{\tau} = +4F.d$ bulunur.

Cevap C

## Çözüm 5



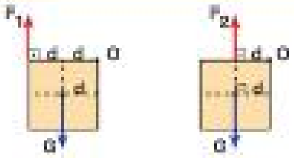

K, L, M noktalarından etkiyen F büyüklüğündeki kuvvetlerin O noktasına olan dik uzaklıkları şekildeki gibi gösterilir.

Buna göre, kuvvetlerin O noktasına göre torklarının büyüklükleri, $\tau_K = F.2d$, $\tau_L = F.d$, $\tau_M = F.d$ dir.

Bu göre; $\tau_K > \tau_L = \tau_M$ olarak bulunur.

Cevap B

## Çözüm 7




Şekil - I   Şekil - II

Türdeş kare levha dengede olduğu için O noktasına göre toplam tork sıfır olmalıdır.

Toplam torkun sıfır olması için G nin O noktasına göre torku Şekil - I de $F_1$ in, Şekil - II de $F_2$ nin torkuna eşit değerde olmalıdır.

Buna göre;

$\tau_1 = F_1.2d = G.d$, buradan $F_1 = \frac{G}{2}$ dir.

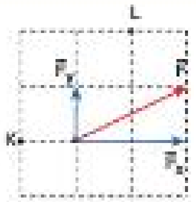
$\tau_2 = F_2.d = G.d$, buradan $F_2 = G$ dir.

Buradan, $\tau_1 = \tau_2$ ve $F_2 = 2F_1$ olur.

Cevap C

Yayınları

## Çözüm 6




$\vec{F}$ kuvvetinin $\vec{F}_X$ ve $\vec{F}_Y$ dik bileşenleri şekildeki gibi gösterilir. K ve L noktaları için ayrı ayrı $\vec{F}_X$ ve $\vec{F}_Y$ kuvvetlerinin torklarının toplamı, $\vec{F}$ kuvvetinin K ve L noktalarına göre torklarını verir. Kuvvetler eşit kare bölmeli düzlemde gösterildiği için herbir bölme 1 birim uzunluk ve 1 birim kuvvet olarak alınabilir. Buna göre;

K noktası için $\vec{F}_X$ in torku sıfır olup sadece $\vec{F}_Y$ nin torku vardır.

$\tau_K = 1.1$ den, $\tau_K = 1$ bulunur.

L noktası için sağ el kuralına göre $\vec{F}_X$ ve $\vec{F}_Y$ nin torkları zıt yönlüdür.

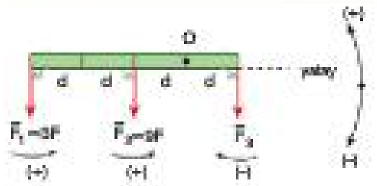
Bundan dolayı kuvvetlerin torklarının büyüklükleri birbirinden çıkarılarak, L noktasına göre $\vec{F}$ kuvvetinin torku hesaplanır.

Buna göre, $\tau_L = 2.2 - 1.1 = 3$ bulunur.

Buradan da $\frac{\tau_K}{\tau_L} = \frac{1}{3}$ bulunur.

Cevap C

## Çözüm 8




Şekildeki gibi çubuğu O noktasına göre $\vec{F}_1$ ve $\vec{F}_2$ kuvvetleri (+), $\vec{F}_3$ kuvveti ise (−) yönde dönmeye zorlar.

$\vec{F}_1$ kuvvetinin O noktasına göre torku, çubuğu döndürmeye çalıştığı yöne göre; $\vec{\tau}_1 = \vec{\tau} = (+)\ 3F.3d = (+)\ 9F.d$

$\vec{F}_2$ nin torku $\vec{\tau}_2 = (+)\ 9F.d = \vec{\tau}$ olur.

Çubuk dönmediğine göre O noktasına göre kuvvetlerin torkları toplamı sıfır olmalıdır.

$\vec{\tau}_1 + \vec{\tau}_2 + \vec{\tau}_3 = 0$ ifadesinden $\vec{\tau} + \vec{\tau} + \vec{\tau}_3 = 0$ ise,

$\vec{F}_3$ kuvvetinin torku $\vec{\tau}_3 = -2\vec{\tau}$ bulunur.

Cevap B

## ÇÖZÜMLERİ

## Test - 4

### Çözüm 1

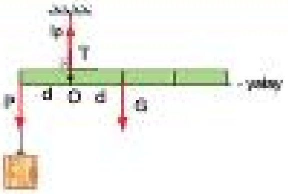
Türdeş küreyi basamaktan döndürüp çıkarabilecek kuvvetin basamağa göre torkunun büyüklüğü, kürenin basamağa göre torkunun büyüklüğüne eşit olmalıdır.

Bundan dolayı aynı torku, basamağın köşesine en büyük dik uzaklıktan etkiyen kuvvet en küçük değerde verir.

Buna göre, $\vec{F}_5$ kuvveti küreyi basamaktan çıkarabilecek en küçük kuvvet olmalıdır.

Cevap E

### Çözüm 2




Çubuğa etkiyen kuvvetler şekildeki gibi gösterilir.

Kuvvet dengesi şartına göre, çubuğun üzerindeki toplam kuvvetin sıfır olması için, T = P + G olmalıdır.

Tork dengesi şartına göre, O noktasına göre tork alındığında toplam torkun sıfır olması için P ve G nin torklarının eşit değerde olması gerekir.

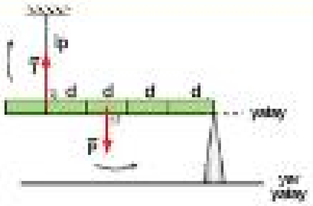
$P.d = G.d \Rightarrow P = G$ bulunur.

Bu durumda, $T = 2P = 2G$ olur.

Buna göre, $T > P = G$ dir.

Cevap B

### Çözüm 3




Çubuk yatay dengede iken çubuğa etkiyen ip gerilme kuvveti T ile çubuğun ağırlığı P şekildeki gibi gösterilir.

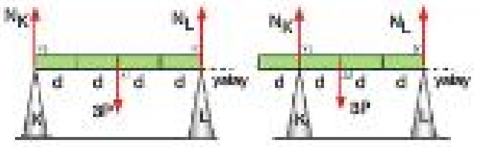
Çubuk dengede olduğu için denge şartları geçerlidir. Dengenin ikinci şartı olan tork dengesine göre; T ile P desteğe göre çubuğu zıt yönlerde döndürmeye zorladıkları için torkları toplamı sıfır olur.

Bu durumda T ile P nin desteğe göre torklarının büyüklükleri birbirine eşittir. Buna göre;

$T.4d = P.\frac{5d}{2} \Rightarrow \frac{P}{T} = \frac{8}{5}$ bulunur.

Cevap A

### Çözüm 4




Şekil - I Şekil - II

Türdeş çubuğun ağırlığına 3P denilirse, Şekil - I de, kuvvet dengesinden $N_K + N_L = 3P$ olurken, 3P nin etkidiği yere göre tork alınırsa tork dengesinden,

$N_K.2d = N_L.2d \Rightarrow N_K = N_L = \frac{3P}{2}$ olur.

Şekil - II de, kuvvet dengesinden yine $N_K + N_L = 3P$ olurken, tork dengesinden yine 3P nin etkidiği yere göre tork alınırsa,

$N_K.d = N_L.2d \Rightarrow N_K = 2N_L$ olur.

$2N_L + N_L = 3P \Rightarrow 3N_L = 3P \Rightarrow N_L = P$ ve $N_K = 2P$ olur.

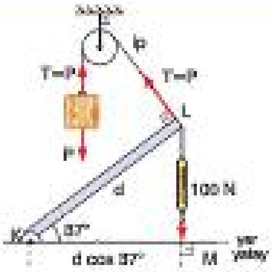
Görüldüğü gibi K desteği Şekil - I den Şekil - II deki duruma getirildiğinde,

$N_K$, $\frac{3P}{2}$ den 2P ye çıkmıştır. (Artmış)

$N_L$, $\frac{3P}{2}$ den P ye inmiştir. (Azalmış)

Cevap C

## Çözüm 5




Çubuğa etkiyen kuvvetler şekildeki gibidir.

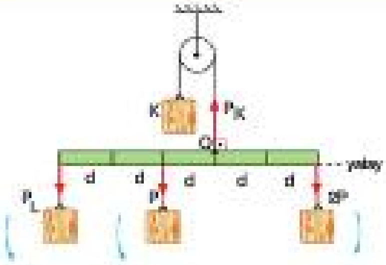
Çubuk dengede olduğu için dengenin ikinci şartı olan tork dengesine göre, ipteki gerilme kuvveti ile dinamometreyi çubuğa bağlayan ipteki gerilme kuvvetinin K noktasına göre torkları eşit değerde olmalıdır.

Buna göre; $P.d = 100.d.\cos37^\circ$ ifadesinden,

$\cos37^\circ = 0,8$ için, $P = 100.0,8 = 80$ N bulunur.

Cevap C

## Çözüm 6




Çubuğa etkiyen ve çubuğun dengede kalmasını sağlayan kuvvetler şekildeki gibidir. Dengenin birinci şartı olan kuvvet dengesi şartına göre, $P_K = P_L + P + 2P \Rightarrow P_K = P_L + 3P$ olur.

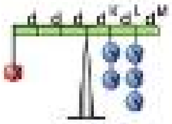
Dengenin ikinci şartı olan tork dengesi şartına göre, şekildeki gibi O noktasına göre döndürme yönleri dikkate alınarak tork alınırsa, $P_L.3d + P.d = 2P.2d \Rightarrow P_L = P$ olur. Buradan $P_K = 4P$ olur.

Buna göre, $\frac{P_K}{P_L} = 4$ bulunur.

Cevap E

## Çözüm 7

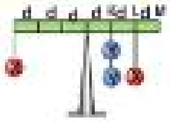
Şekil - I de X in ağırlığına $P_X$, Y ninkine $P_Y$ denilip desteğe göre tork alınırsa, $P_X.d = P_Y.2d \Rightarrow P_X = 2P_Y$ olur. Buna göre Şekil - II de çubuğun dengede kalması için,



I.öncülde şekildeki gibi, $P_X.3d = 2P_Y.d + 3P_Y.2d$ ifadesinde,

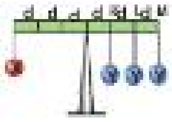
$P_X = 2P_Y$ için, $6P_Y = 8P_Y$ eşit olmaz.

Bundan dolayı da denge oluşmaz. (I.Yanlış)



II.öncülde şekildeki gibi, $P_X.3d = P_X.2d + 2P_Y.d$ ifadesinde,

$P_X = 2P_Y$ için, $6P_Y = 4P_Y + 2P_Y = 6P_Y$ denge sağlanır. (II.Doğru)

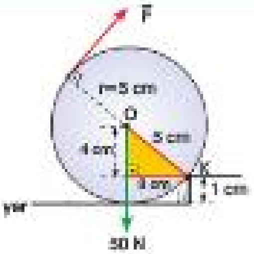


III.öncülde şekildeki gibi, $P_X.3d = P_Y.d + P_Y.2d + P_Y.3d$ ifadesinde, $P_X = 2P_Y$ için, $6P_Y = 6P_Y$ denge sağlanır. (III.Doğru)

Cevap D

Fırat Yayınları

## Çözüm 8




50 N ağırlığındaki türdeş küreyi şekildeki gibi basamağın ucundaki K noktası etrafında döndürerek basamaktan çıkaracak F kuvveti en küçük değerini, F kuvveti ile kürenin ağırlığının K noktasına göre torklarının eşit değerde olması durumunda alır.

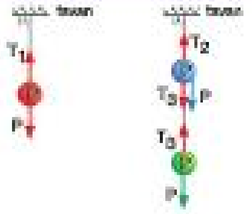
Buna göre; $F.10 = 50.3 \Rightarrow F = 15$ N olur.

Cevap B

## ÇÖZÜMLERİ

## Test - 5

### Çözüm 1




Özdeş bilyeler dengede olduğu için üzerlerindeki toplam kuvvet sıfır olmalıdır.

Bundan dolayı bilyeleri yukarı yönde çeken kuvvetler ile aşağı yönde çeken kuvvetler eşit değerde olmalıdır.

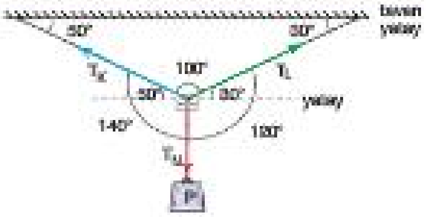
Bilyelere etkiyen kuvvetler şekildeki gibi olduğuna göre;

$T_1 = P, \ T_3 = P, \ T_2 = P + T_3 \ \Rightarrow \ T_2 = 2P$ bulunur.

Buradan, $T_1 = T_3 < T_2$ olur.

Cevap B

### Çözüm 2




Kesişen üç kuvvetin etkisindeki bir nokta dengede iken küçük açı karşısında büyük kuvvet, büyük açı karşısında ise küçük kuvvet bulunur.

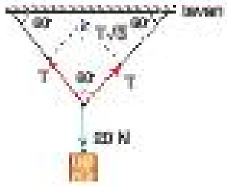
Buna göre, şekildeki gibi kesişen $T_K$, $T_L$, $T_M$ ip gerilme kuvvetlerinden, $T_K$ gerilme kuvveti 120° yi, $T_L$ gerilme kuvveti 140° yi, $T_M$ gerilme kuvveti ise 100° yi görmektedir.

Bu durumda; $T_M$ en büyük gerilme kuvveti, $T_L$ ise en küçük gerilme kuvvetidir.

Buna göre, $T_L < T_K < T_M$ olur.

Cevap C

### Çözüm 3




İp uzunlukları ve tavan açıları aynı olduğu için yükü taşıyan iki ipteki gerilme kuvvetinin büyüklüğü birbirine eşit ve T olur.

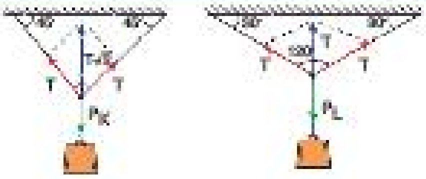
Şekildeki gibi iki ipin arasındaki açı 60° dir. Bu durumda T ip gerilme kuvvetlerinin bileşkesinin büyüklüğü $T\sqrt{3}$ olur.

Bu kuvvet 20 N ağırlığı yukarı yönde dengeleyen kuvvet olduğu için, $T\sqrt{3} = 20$ N olur.

Buna göre, $T = \frac{20}{\sqrt{3}}$ N bulunur.

Cevap C

### Çözüm 4




$P_K$ ve $P_L$ ağırlıklarını dengeleyen yukarı yöndeki kuvvetler, iki ipte oluşan T gerilme kuvvetlerinin bileşkesidir.

$P_K$ ağırlığını dengeleyen T ip gerilme kuvvetlerinin arasındaki açı 90° olduğundan şekildeki gibi bileşke kuvvetin büyüklüğü $T\sqrt{2}$ olurken, $P_L$ ağırlığını dengeleyen T ip gerilme kuvvetlerinin bileşkesinin büyüklüğü şekildeki gibi aralarındaki açı 120° olduğundan dolayı T ye eşittir.

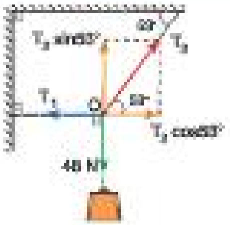
Bu durumda $P_K = T\sqrt{2}$, $P_L = T$ olur. Buna göre;

$$\frac{P_K}{P_L} = \frac{T\sqrt{2}}{T} = \sqrt{2} \text{ bulunur.}$$

Cevap C

Fiz Yayınları

## Çözüm 5




$T_2$ ip gerilme kuvveti şekildeki gibi dik bileşenlerine ayrılır.

O noktası dengede olduğu için düşey ve yatay doğrultudaki kuvvetler kendi içinde kuvvet dengesini sağlamak zorundadır.

Buna göre;

Düşeyde, $48 = T_2.\sin53°$

$\sin53° = 0,8 \Rightarrow T_2 = 60$ N olur.

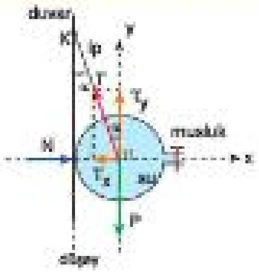
Yatayda, $T_1 = T_2.\cos53°$

$\cos53° = 0,6$ ve $T_2 = 60$ N için,

$T_1 = 36$ N bulunur.

Cevap B

## Çözüm 7




Şekilde görüldüğü gibi ipte oluşan gerilme kuvveti T dik bileşenlerine ayrılır.

$T_x = T.\sin\alpha$, $T_y = T.\cos\alpha$ dır.

Küresel kaba etkiyen kuvvetler şekildeki gibi gösterilir. İçi su dolu küresel kabın ağırlığına P denilip kuvvet dengesi şartı x ve y eksenleri için yazılırsa, $T_X = T.\sin\alpha = N$ ve $T_Y = T.\cos\alpha = P$ olur.

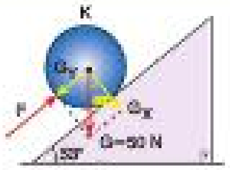
Musluk açılıp kaptan su akışı sağlandığında kabın konumunda bir değişiklik olmaz. Yani $\alpha$ açısı değişmez. Bundan dolayı, $\sin\alpha$ ve $\cos\alpha$ değerleri de değişmez.

Buna göre, P azalırken dengenin bozulmaması için $T_Y$ de azalmalıdır.

$T_X = T.\sin\alpha = N$ ifadesinde T azaldığı için, $T_X$ ve N de azalmalıdır.

Cevap C

## Çözüm 6




K küresinin ağırlığı şekildeki gibi eğik düzlem üzerinde dik bileşenlerine ayrıldığında,

$G_Y = 50.\sin53°$ eşittir.

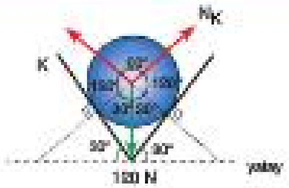
$\sin53° = 0,8$ yerine yazılırsa,

$G_Y = 50.0,8 = 40$ N bulunur.

Bu durumda, kürenin $G_Y$ bileşeninin dengeleyen F kuvvetinin büyüklüğü $G_Y$ ye eşit ve $F = 40$ N dur.

Cevap B

## Çözüm 8




Kürenin dengede kalmasını sağlayan kuvvetler kürenin merkezinde şekildeki gibi gösterilir.

Şekilde görüldüğü gibi 120 N luk küre ağırlığının gördüğü açı 60°, $N_K$ tepki kuvvetinin gördüğü açı ise 150° dir.

$\sin60° = \frac{\sqrt{3}}{2}$, $\sin150° = \sin30° = \frac{1}{2}$ değerleri için Lami teoremi uygulanırsa;

$\frac{120}{\sin60°} = \frac{N_K}{\sin30°}$ eşitliğinden $\frac{120}{\frac{\sqrt{3}}{2}} = \frac{N_K}{\frac{1}{2}}$ olur.

Buradan, $N_K = 40\sqrt{3}$ N bulunur.

Cevap B

# Test - 6

## Çözüm 1

Düzgün geometrik yapıya sahip türdeş cisimlerde kütle merkezi cismin geometrik merkezinde oluşmaktadır. (I.Doğru)

Cisimleri oluşturan her parçacığa kütle çekim alanında çekim kuvveti uygulanır. Bu kuvvetler birbirine paralel olup bu kuvvetlerin bileşkesi alındığında bileşke kuvvet cismin ağırlığını verirken bileşkenin uygulama noktası ise ağırlık merkezi olur. (II.Doğru)

Yer çekim ivmesi Dünya yüzeyine yakın yerlerde büyük olurken Dünya yüzeyinden uzaklaştıkça azalır. Bundan dolayı Dünya üzerindeki gökdelen gibi çok yüksek binaların üzerindeki noktalara aynı büyüklükte çekim kuvveti etkimez. Dünya' ya yakın noktalarda çekim kuvveti büyük, yüzeyden uzaklaştıkça çekim kuvveti azalır. Bu yüzden çekim kuvvetlerinin bileşkesinin uygulama noktası olan ağırlık merkezi kütle merkezine göre Dünya' ya daha yakın bir yerde oluşur. (III.Doğru)

Cevap E

## Çözüm 2

Cisimler, herhangi bir noktadan iple tavana asılıp serbest bırakıldıklarında ipin düşey doğrultusu cismin kütle merkezinden geçecek şekilde dengede kalırlar.

Sorudaki verilen şekilde görüldüğü gibi dikdörtgen levha K noktasından asıldığında ipin düşey doğrultusu M, N, P noktalarından geçiyor.

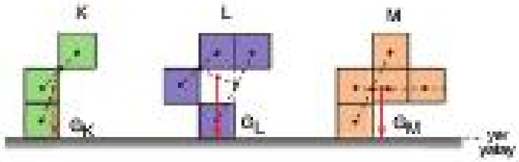
Daha sonra ise L noktasından asıldığında N noktasından geçiyor.

Her iki durumda da ipin düşey doğrultusu kütle merkezinden geçeceği için bu iki doğrultunun kesiştiği N noktası levhanın kütle merkezi olmalıdır.

Cevap B

## Çözüm 3

Yer üzerinde duran cisimlerin devrilmemesi için cismin ağırlık merkezinin, cismin yer üzerinde durduğu yüzey alanı içinden geçmesi gerekir.




Özdeş ve türdeş küplerden oluşan K, L, M cisimlerinde ikili küplerin ağırlık merkezlerinden hareketle cisimlerin kütle merkezleri şekildeki gibi bulunur.

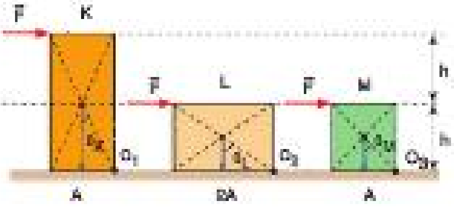
Buna göre, K ve L de ağırlık merkezi görüldüğü gibi cismin yerde üzerine oturduğu yüzey alanı içinde kaldığı için K ve L devrilmez.

M de ise görüldüğü gibi ağırlık merkezi bu alanın dışında kaldığı için M devrilir.

Cevap C

## Çözüm 4

K, L, M blokları F kuvvetleri ile $O_1$, $O_2$, $O_3$ noktaları etrafında döndürülürken ağırlık kuvvetleri bu noktaların dışına çıktığı anda bloklar devrilir.




Blokların devrilmesi için de şekilde görüldüğü gibi sırası ile $\theta_K$, $\theta_L$, $\theta_M$ açıları kadar dönmesi gerekir.

Bu açılar arasında ise şekilden görüleceği gibi $\theta_L > \theta_M > \theta_K$ ilişkisi vardır.

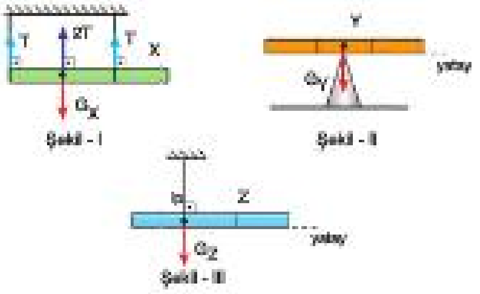
Buna göre, ağırlık kuvveti önce K, sonra M daha sonra da L bloğunda dönme noktasının dışına çıkar.

Cevap B

Fi̇rf Yayınları

## Çözüm 5

Cisimler ağırlık merkezlerinden asıldıklarında ya da destek üzerine konulduklarında, bırakıldıkları gibi dengede kalırlar.




Şekil - II de Y çubuğu tam ortasından destek üzerine oturtulmuş biçimde dengede olduğu için ağırlık merkezi çubuğun orta noktası olması gerekir. Türdeş çubuklarda ağırlık merkezi çubuğun orta noktasında oluşur. Bundan dolayı Y çubuğu türdeştir.

Şekil - III te dengede olan Z çubuğu orta noktasından asılmadığı için türdeş değildir.

Şekil - I de görüldüğü gibi X çubuğunu taşıyan iplerdeki gerilme kuvvetleri eşit büyüklükte olunca bu kuvvetlerin bileşkesinin oluştuğu yer çubuğun ağırlık merkezi olmalıdır ki X çubuğunun ağırlığı dengelenebilsin.

Bu nokta çubuğun orta noktası olmadığı için X çubuğu türdeş değildir.

Cevap D

## Çözüm 6

Kütle sisteminin kütle merkezinin xy koordinatları formülle aşağıdaki gibi hesaplanabilir.

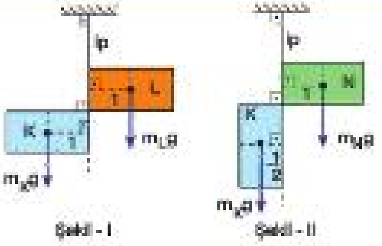
$$x = \frac{m.1 + 2m.4 + 3m.1 + 6m.4}{m + 2m + 3m + 6m} = 3$$

$$y = \frac{m.5 + 2m.5 + 3m.1 + 6m.1}{m + 2m + 3m + 6m} = 2$$

Buna göre kütle merkezinin (x,y) koordinatları (3,2) dir.

Cevap A

## Çözüm 7




Şekil - I de dengede olan cisimlerin ağırlıklarının ipe göre torkları alınıp eşitlenirse;

$m_K.g.1 = m_L.g.1 \Rightarrow m_K = m_L$ olur.

Şekil - II de dengede olan cisimlerin ağırlıklarının ipe göre torkları alınıp eşitlenirse;

$m_K.g.\frac{1}{2} = m_N.g.1 \Rightarrow m_K = 2m_N$ olur.

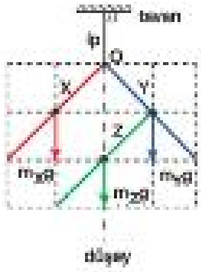
Buna göre; $m_K = m_L > m_N$ bulunur.

Cevap D

Yayınları

## Çözüm 8

Türdeş X, Y, Z tellerinin şekildeki gibi ağırlık merkezlerinden ağırlık kuvvetleri gösterilir.




Tel cisim dengede olduğu için ipe göre tork alınırsa, ipin düşey doğrultusu Z telinin ağırlık merkezinden geçtiği için Z nin torkunun büyüklüğü sıfırdır. Bu durumda Z nin kütlesi en büyük ya da en küçük olsa bile dengeyi etkilemez. Bundan dolayı Z nin kütlesi $m_Z$ hakkında kesin birşey söylenemez.

$m_X g.1 = m_Y g.1 \Rightarrow m_X = m_Y$ olur. (I.Kesin Doğru)

$m_X = m_Z$ için kesin bir şey söylenemez. (II.Kesin değil)

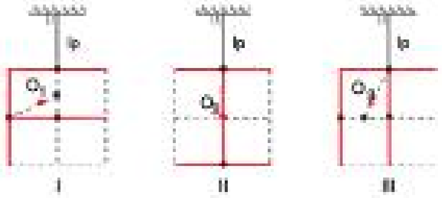
$m_Y = m_Z$ için kesin bir şey söylenemez. (III.Kesin değil)

Cevap A

# Test - 7

## Çözüm 1

Özdeş tel parçaların ortak kütle merkezleri şekildeki gibi bulunarak tel cisimlerin kütle merkezlerinin $O_1$, $O_2$, $O_3$ noktalarında oluştuğu görülür.



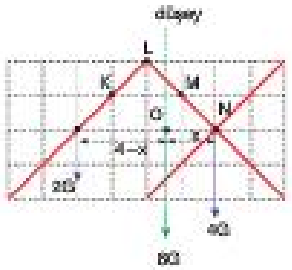

İpin uzantısı kütle merkezinden geçeceğinden dolayı I. ve III. şekillerde tel cisimler döner.

II. şekilde ise cisim asıldığı gibi dengede kalır.

Cevap B

## Çözüm 3

Cisim, kütle merkezinden geçen düşey doğrultudaki bir noktadan asılırsa, asıldığı konumda dengede kalır.




Türdeş tel cisim, şekilden anlaşılacağı üzere altı tane özdeş tel parçadan oluşmaktadır. Bu parçaların kütle merkezleri gösterilip herbir parçanın ağırlığına da G denilerek, aynı yönlü paralel kuvvetlerin bileşkesinin uygulama noktası bulunursa;

$2G.(4 - x) = 4G.x \Rightarrow 8 - 2x = 4x \Rightarrow 6x = 8$

$x = \frac{4}{3}$ birim bulunur.

Bu nokta düşey doğrultuda LM arasına denk gelir.

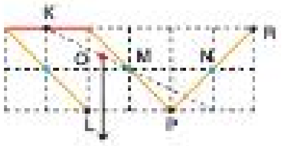
Bundan dolayı tel cisim LM arasından asılırsa verildiği şekilde dengede kalır.

Cevap D

Fi! Yayınları

## Çözüm 2

Tel cismi oluşturan şekildeki turuncu renkli 3 özdeş parçanın kütle merkezleri M noktasındadır. Kalan kırmızı renkli parçanın kütle merkezi ise K noktasındadır.




K ve M deki kütle merkezleri birleştirilirse, tüm cismin kütle merkezi K ile M arasında ve turuncu parçaların toplamı daha ağır olacağından M ye yakın bir nokta olan şekildeki O noktasıdır.

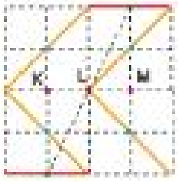
Buna göre, cisim K noktasından iple asıldığında ipin uzantısı önce O sonra da M noktasından geçer.

Cevap B

## Çözüm 4

Türdeş tel parçalarından turuncu renkteki özdeş 4 parçanın kütle merkezi şekildeki L noktasıdır.

Kırmızı renkli özdeş 2 parçanın da kütle merkezi L noktasıdır.

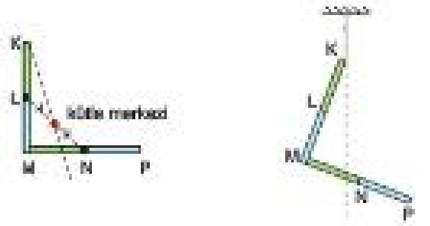



Buna göre, tel cismin kütle merkezi L noktasıdır.

Cevap D

## Çözüm 5

Şekil - I de görüldüğü gibi ortasından bükülmüş çubuğun kütle merkezi LN arasındaki uzaklığın tam ortasında oluşur.



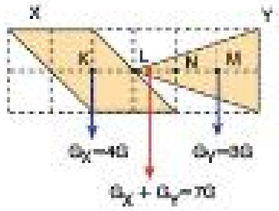
Şekil - I    Şekil - II

Bu durumda çubuk K noktasından asılırsa ipin uzantısı kütle merkezinden ve MN arasından geçerek Şekil - II deki gibi dengede kalır.

Cevap A

## Çözüm 6

Aynı türdeş levhadan kesilen X ve Y levhalarının kütle merkezleri ve ağırlık kuvvetleri şekildeki gibi gösterilir. Levhaların ağırlıkları alanları ile doğru orantılıdır.




Buna göre; X paralelkenar şeklindeki levhanın ağırlığı,

$G_X = 2.2 = 4 \sim 4G$,

Y üçgen şeklindeki levhanın ağırlığı,

$G_Y = \frac{2.3}{2} = 3 \sim 3G$ olur.

Oluşan cismin kütle merkezi K noktasından x kadar uzakta ise M den 3 − x uzakta olur.

Bu noktaya göre aynı yönlü paralel kuvvetlerin bileşkesi bulunursa;

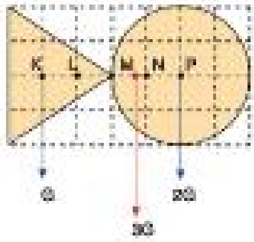
$4G.x = 3G.(3-x) \Rightarrow x = \frac{9}{7}$ olur.

Bu mesafeye göre kütle merkezi LN noktaları arasında oluşur.

Cevap C

## Çözüm 7

Üçgen ve daire levha şeklindeki X ve Y cisimlerinin ağırlık merkezlerinden ağırlıkları şekildeki gibi gösterilir.




X ve Y nin ağırlıkları alanları ile doğru orantılıdır. Buna göre;

X in ağırlığı, $G_X = \frac{4.3}{2} = 6 \sim G$

Y nin ağırlığı, $G_Y = 3.2^2 = 12 \sim 2G$ olur.

Kütle merkezinin P noktasına olan uzaklığına x denilirse aynı yönlü paralel kuvvetlerin bileşkesinden,

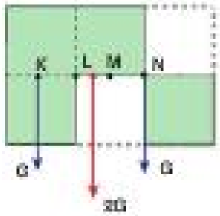
$G.(4-x) = 2G.x \Rightarrow 4 - x = 2x \Rightarrow x = \frac{4}{3}$ bulunur.

Bu durumda kütle merkezinin yeri MN arasındadır.

Cevap E

## Çözüm 8

Özdeş kare parçalardan oluşan türdeş levhada ikili kare parçaların ortak kütle merkezleri ve ağırlıkları şekildeki gibi gösterilir.




K ve N noktalarında oluşan ağırlık kuvvetleri eşit olduğu için bu kuvvetlerin bileşkesinin uygulama noktası KN noktaları arasındaki uzaklığın tam ortasında LM arasında oluşur.

Bu nokta levhanın kütle merkezinin yeridir.

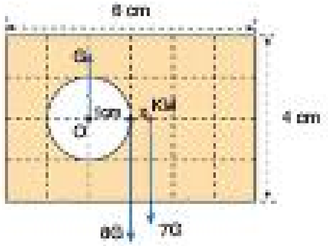
Cevap C

Fif Yayınları

## Test - 8

### Çözüm 1

Türdeş dikdörtgen levhanın ağırlığı kütle merkezinden aşağı yönde, çıkarılan dairesel levhanın ağırlığı ise kütle merkezinden yukarı yönde şekildeki gibi gösterilir.




Dikdörtgen levhanın alanına $A_1$ denilirse, $A_1 = 6.4 = 24$ cm$^2$ olur. Daire levhanın alanına $A_2$ denilirse, $\pi = 3$ için $A_2 = 3.1^2 = 3$ cm$^2$ olur. Buna göre daire levhanın ağırlığı G ise dikdörtgen levhanın ağırlığı 8G olur.

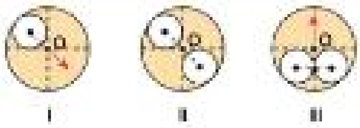
Zıt yönlü paralel kuvvetlerin bileşkesinin uygulama noktası 8G tarafında ve kuvvetlerin dışında oluşur. Bu nokta oluşan cismin kütle merkezidir. Bu noktanın 8G ye uzaklığına x denilirse,

$G.(1 + x) = 8G.x \Rightarrow 1 + x = 8x \Rightarrow x = \frac{1}{7}$ cm bulunur.

Buna göre, levhanın kütle merkezi $\frac{1}{7}$ cm yer değiştirmiştir.

Cevap A

### Çözüm 2



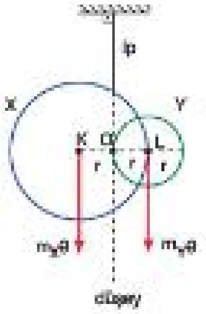

I. şekilde çıkarılan daire parçasından dolayı büyük daire levhanın kütle merkezi çıkarılan parçanın O noktasına göre tersi tarafa doğru ok yönünde kayar. (I Yanlış)

II. şekilde çıkarılan iki özdeş daire levhanın ortak kütle merkezi O noktası olduğu için büyük daire levhanın kütle merkezi değişmez. (II Doğru)

III. şekilde çıkarılan iki özdeş daire parçanın ortak kütle merkezi O noktasının altında oluşur. Bu büyük daire levhanın kütle merkezi O noktasının tersi tarafa doğru ok yönünde kayar. (III Yanlış)

Cevap A

### Çözüm 3




Türdeş X ve Y tel çemberlerinin ağırlıkları ağırlık merkezlerinden şekildeki gibi gösterilir. Cisimler iple asıldığında ipin uzantısı ağırlık merkezinden geçeceği için şekilde görüldüğü gibi tel çemberlerin ortak kütle merkezi O noktası olmalıdır.

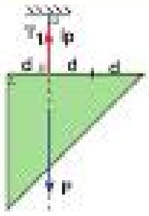
O noktasının K ve L noktalarına olan uzaklıkları eşit olduğu için,

$m_Xg = m_Yg$ dır.

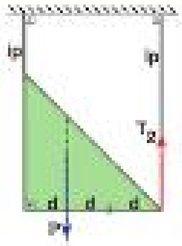
Buradan da $m_X = m_Y$ olacağı için, $\frac{m_X}{m_Y} = 1$ olur.

Cevap B

### Çözüm 4




Şekil - I




Şekil - II

İkiz kenar dik üçgen şeklindeki türdeş levhanın ağırlığına P diyelim. İkiz kenar dik üçgen levhanın kütle merkezinden geçen düşey doğrultu dik kenarları da şekilde görüldüğü gibi bire iki oranında böler.

Şekil - I de tek iple levha dengelendiği için $T_1 = P$ olur.

Şekil - II de ise P ve $T_2$ nin K noktasına göre torkları eşitlenirse,

$T_2.3d = P.d \Rightarrow T_2 = \frac{P}{3}$ olur.

Buna göre; $\frac{T_1}{T_2} = \frac{P}{\frac{P}{3}} = 3$ bulunur.

Cevap A

Prf Yayınları

## Çözüm 5

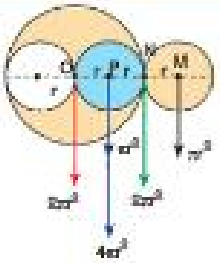
L kare bölmesinin üzerine K ye yapıştırılan kare parçadan eklenirse, K ve L ye eklenen özdeş kare parçaların kütle merkezlerinin ipe olan dik uzaklıkları eşit olacağından tork etkileri aynı değerde olur. Bu durum kare levhanın dengede kalmasını sağlar. (I. Doğru)

K bölmesi ile P bölmesi aynı düşey doğrultuda olduğu için K ye eklenen kare parçanın ipe göre torku ile P den çıkarılan özdeş kare parçanın ipe göre torkları eşit büyüklükte olduğu için K den dolayı artan tork etkisi P den dolayı azalan tork etkisine eşit olur. Bu durumda değişen tork etkisi toplamda sıfır olduğu için denge bozulmaz. (II. Doğru)

M parçası kesilirse, K parçasının tork etkisi kadar ipe göre sağ tarafta tork azalması oluşurken M parçası N bölmesine eklendiğinde kütle merkezinin ipe olan dik uzaklığı K parçasınınkine göre daha uzak olduğu için K nin tork etkisinden daha büyük bir tork oluşturur. Bu durumda denge bozulur. (III. Yanlış)

Cevap C

## Çözüm 6




2r yarıçaplı daire levhadan kesilip çıkarılan r yarıçaplı daire levha ile büyük daire içinde mavi renge boyanmış r yarıçaplı diğer bir daire levhanın ağırlıkları eşit olduğu için bunların ortak kütle merkezi şekildeki gibi N noktası olur.

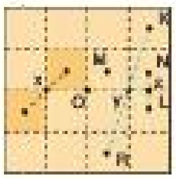
Ağırlık alanla doğru orantılı olduğu için bu noktada biriken ağırlık $2\pi r^2$ dir. Bu durumda büyük dairenin kütle merkezi yine O noktası olur fakat büyük daire levhanın ağırlığı, $4\pi r^2 - 2\pi r^2 = 2\pi r^2$ olur.

Buna göre O ve N noktalarındaki eşit ağırlıkların ortak kütle merkezi şekildeki gibi aralarındaki uzaklığın tam orta noktası olan P noktasında olur. P noktasının da O ya uzaklığı r dir.

Cevap C

## Çözüm 7

Türdeş kare levhanın kütle merkezi O noktasıdır. Çıkartılan iki kare parçanın ortak kütle merkezi ise x noktasıdır. Levhanın kütle merkezinin yerinin değişmemesi için çıkarılacak iki kare parçanın ortak kütle merkezi y noktası olmalıdır.



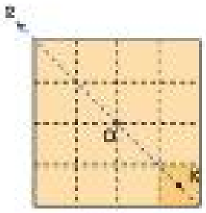

Buna göre, şekildeki gibi K ile R parçaları ve M ile L parçalarının ortak kütle merkezi y noktası olduğu için bu parçalar çıkarılırsa kütle merkezi değişmez. (II. ve III. Doğru)

Şekilde görüldüğü gibi N ve L parçalarının ortak kütle merkezi z noktasıdır. Bundan dolayı bu iki parça çıkarılırsa levhanın kütle merkezinin yeri değişir.

Cevap E

## Çözüm 8

Bir cisimden bir parça çıkarıldığında cismin kütle merkezi, çıkarılan parçanın kütle merkezini cismin kütle merkezine birleştiren doğru üzerinde kütle merkezinin tersi olan tarafa doğru kayar. Bu durum kütle merkezinin ağır olan tarafa kayması anlamına da gelir.




Buna göre; çıkarılan K parçasının kütle merkezini O noktasına birleştiren doğru üzerinde kütle merkezi 2 yönünde kayar.

Cevap B

Fi̇rf Yayınları

## Test - 9

### Çözüm 1

Kaldıraç düzeneğinde; kuvvet, destek ve yük bulunmaktadır.

Kuvvetten kazanç sağlayan kaldıraçlarda destek uçta, yük ortada, kuvvet ise diğer uçta olmalıdır.

Verilen basit makinelerden sadece fındık kıracağı bu özelliği göstermektedir.

Cevap C

### Çözüm 2

Tahterevalli, desteğin ortada olduğu bir kaldıraçtır.

Tahterevalli de destek uçta olmaz.

Cevap D

### Çözüm 3

Basit makinelerde;

'İşten kazanç sağlamak mümkündür.' ifadesi yanlıştır.

'Bir işi daha az enerji harcayarak yapmak mümkündür.' ifadesi yanlıştır.

Bunların dışındaki, diğer verilen 6 ifade doğrudur.

Cevap C

### Çözüm 4

İpe aşağı yönde bir kuvvet uygulandığında bayrağa yukarı yönde bir kuvvet uygulanarak bayrağın yukarıya doğru yükselmesi sağlanır. Burada anlaşılacağı üzere kuvvetin yönü değiştirilmiştir.

(I.Doğru)

El frenine uygulanan kuvvet ile frende oluşan kuvvet farklı yönlerdedir.Bundan dolayı el freninde de kuvvetin yönü değiştirilmiştir

(II.Doğru)

Eğik düzlemde ise cisme uygulanan kuvvet ile cisim, eğik düzlem üzerinde aynı yönde hareket ettirilir. Kuvvetin yönü değiştirilmez.

(III.Yanlış)

Cevap C

### Çözüm 5

Bir kaldıraçta kuvvetten kazanç olması için kuvvetin desteğe olan uzaklığı yükün desteğe olan uzaklığından daha büyük olması gerekir. Bu durumda kuvvetten kazanç olurken yoldan ise kayıp olur.

Buna göre; destek K noktasına getirilirse kuvvet desteğe yükten daha yakında olur. Bu durumda yolda kazanç kuvvetten kayıp oluşur. (I.Doğru)

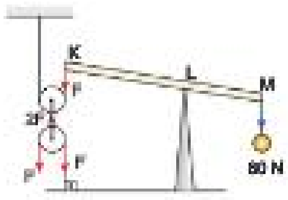
Destek L noktasına getirilirse kuvvet desteğe yükten daha uzakta olacağı için kuvvetten kazanç sağlanır. (II.Doğru)

Yük L noktasına getirilirse kuvvet desteğe yükten daha uzakta olacağı için kuvvetten kazanç olur. (III.Doğru)

Cevap E

### Çözüm 6

Şekilde görüldüğü gibi çubuğun K noktasından F kuvveti etki eder.




Çubuk dengede olduğu için F kuvveti ile 80 N ağırlığındaki yükün L noktasına göre torklarının büyüklükleri birbirine eşitlenirse,

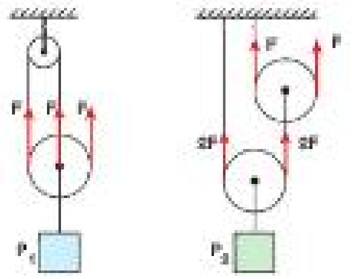
$F.|KL| = 80.|LM| \Rightarrow F.4|LM| = 80.|LM| \Rightarrow F = 20$ N olur.

Cevap D

Fi Yayınları

## Çözüm 7

Yüklerin dengesini sağlayan yukarı yöndeki kuvvetler şekildeki gibi olur.




Buna göre; $P_1 = 3F$ , $P_2 = 4F$ olur.

Buradan da,

$\frac{P_1}{P_2} = \frac{3}{4}$ bulunur.

**Cevap A**

## Çözüm 8

Şekildeki makaralardan K, L, M makaraları sabit, N makarası ise hareketli makaradır.

İp h kadar çekildiğinde K, L, M makaralarının etrafından h kadar ip geçerken N makarasının etrafından ise $\frac{h}{2}$ kadar ip geçmesinden dolayı makaralar döner.

K ve M makaralarının yarıçapları aynı, dönme miktarları da aynı olduğundan, tur sayıları da eşit olmaktadır.

**Cevap A**

# Test - 10

## Çözüm 1

Y, Z, T kasnaklarından Z kasnağı Y deki hareketi T ye iletme vazifesi görür.

Bundan dolayı işleme katılmaz.

Buna göre;

$n_Y \cdot r_Y = n_T \cdot r_T \Rightarrow 3.r = n_T \cdot 3r$

T kasnağının tur sayısı, $n_T = 1$ tur bulunur.

Dönüş yönü ise şekildeki gibi 1 yönü olur.

**Cevap E**

## Çözüm 2

Şekildeki vidada;

vida adımı a = 2 mm, vida kolu b = 10 cm =100 mm olur.

Tahta bloğun tepki kuvveti R = 3000 N ise iş prensibine göre,

$F.2\pi.b = R.a$ eşitliğinden,

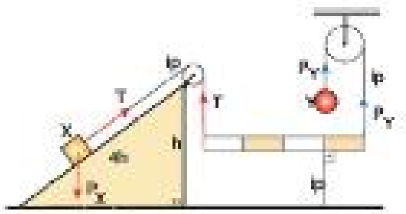
$F.2.3.\ 100 = 3000.2$ olur.

Buna göre, F = 10 N bulunur.

**Cevap C**

## Çözüm 3

Şekilde görüldüğü gibi Y cismini taşıyan ipte oluşan gerilme kuvveti $P_Y$ dir.




Eşit bölmeli çubuk dengede olduğu için çubuğu yere bağlayan ipe göre tork alınıp çubuğun ucundaki ip gerilme kuvvetinin büyüklüğü T hesaplanır.

Buna göre; $T.3 = P_Y.1 \Rightarrow T = \frac{P_Y}{3}$ bulunur.

Eğik düzlem üzerinde dengede olan X cismi için iş prensibinden;

$T.4h = P_X.h \Rightarrow \frac{P_Y}{3}.4h = P_X.h$

$\frac{P_X}{P_Y} = \frac{4}{3}$ olur.

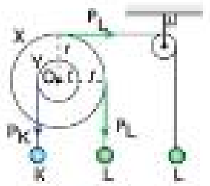
**Cevap D**

Fİ Yayınları

## ÇÖZÜMLERİ

### Çözüm 4

Dengede olan çıkrık düzeneğinde O noktasına göre çıkrık silindirlerini döndürmeye çalışan $P_K$ ve $P_L$ ağırlık kuvvetleri şekildeki gibi etki eder.




O noktasına göre tork eşitliği yazılırsa,

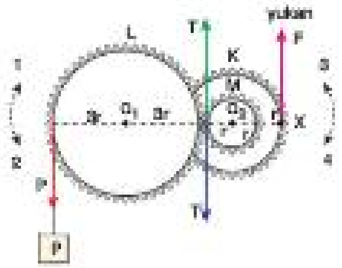
$P_K.r = P_L.2r + P_L.2r \Rightarrow P_K = 4P_L$ olur.

Buradan, $\frac{P_K}{P_L} = 4$ bulunur.

Cevap C

### Çözüm 5

Şekilde görüldüğü gibi L dişlisi $O_1$ merkezi etrafında P ağırlığı tarafından 2 yönünde döndürülmeye çalışıyor.




Dişlinin dönmesini engelleyen kuvvet ise L ve M dişlileri arasında oluşan mavi ile gösterilen T etki tepki kuvvetidir. Bu kuvvet $O_1$ noktasına göre L dişlisini 1 yönünde döndürmeye çalışmaktadır.

Buna göre P ve T nin $O_1$ e göre torkları eşit değerde olmalıdır.

$P.3r = T.3r \Rightarrow T = P$ olur.

T kuvveti M dişlisine şekilde yeşille gösterildiği gibi etki eder. Bu kuvvet $O_2$ merkezine göre 4 yönünde döndürmeye çalışmaktadır. Buna göre, M dişlisinin dönmemesi için uygulanacak F kuvvetinin dişliyi 3 yönünde döndürmeye çalışması gerekir. Bundan dolayı kuvvetin yönü yukarı yönde olur.

T ile F nin $O_2$ ye göre torkları eşitlenirse,

$T.r = F.2r \Rightarrow P.r = F.2r \Rightarrow F = \frac{P}{2}$ bulunur.

Cevap A

### Çözüm 6

K dişlisi ok yönünde 1 tur yaptığında L dişlisi de aynı yönde 1 tur yapar.

Bu durumda K ve L nin üzerine sardıkları zincir uzunluğu,

K nin $1.2\pi3r = 6\pi r$, L nin $1.2\pi r = 2\pi r$ olur.

Buna göre, X i taşıyan hareketli makaranın yükselme miktarı bu çekilen zincir miktarlarının toplamının yarısına eşit olur.

Buradan X in yükselme miktarı,

$h = \frac{6\pi r + 2\pi r}{2} = 4\pi r$ olur.

Cevap D

### Çözüm 7

Düzenekte K ve N aynı merkez etrafında dönecek şekilde birbirine yapışık olduğu için tur sayıları $n_K = n_N$ olur.

K dişlisi $n_K$ tur döndürüldüğünde M nin ilk kez aynı görünümü alması için M nin 1 tur dönmesi gerekir.

Aynı şekilde L dişliside $n_L$ tur döndürüldüğünde M nin görünümünün ilk kez aynı olması için M yine 1 tur yapmalıdır.

Buna göre;

$n_N.r = 1.3r \Rightarrow n_K = n_N \Rightarrow n_K.r = 1.3r \Rightarrow n_K = 3$ olur.

$n_L.2r = 1.3r \Rightarrow n_L = \frac{3}{2}$ olur.

Buna göre, $\frac{n_K}{n_L} = 2$ dir.

Cevap E

### Çözüm 8

K dişlisi 2 tur döndürüldüğünde L dişlisi de 2 tur döner.

Bu durumda L dişlisinin çevresine sarılan zincir miktarı X cisminin yükselme miktarı olan $h_X$ olur.

Buradan, $h_X = 2.\ 2\pi r \Rightarrow h_X = 4\pi r$ olur.

M dişlisi için, $n_K.3r = n_M.2r$ ifadesinden M nin tur sayısı,

$2.3r = n_M.2r \Rightarrow n_M = 3$ tur bulunur.

M dişlisi 3 tur döndüğünde çevresine sarılan zincir miktarı Y nin yükselme miktarı olan $h_Y$ olacaktır.

Buna göre; $h_Y = 3.\ 2\pi 2r \Rightarrow h_Y = 12\pi r$ olur.

Buradan da, $\frac{h_X}{h_Y} = \frac{1}{3}$ bulunur.

Cevap B

Fdd Yayınları

# Test - 11

## Çözüm 1

I. öncülde gözlemci kendini referans alıp kendini duruyormuş gibi algıladığından dolayı kar tanelerinin hareketini olduğundan farklı görmektedir. (I.Doğru)

Köprü üzerinde durup akmakta olan nehri seyreden gözlemci, nehri referans aldığı için kendisini nehre göre hareketli olarak algılar. (II.Doğru)

III.öncülde, durağa yaklaşmakta olan otobüsteki yolcular otobüsü kendilerine referans aldıkları için kendilerini hareketsiz fakat durakta durmakta olan bir yolcuyu kendilerine doğru hareket ediyormuş gibi görürler. (III.Doğru)

Cevap E

## Çözüm 2

Araçların birbirine yaklaşması ya da uzaklaşması;araçların hızlarından başka,araçların harekete başladıkları yer ve hareket yönü ile de ilgilidir. Buna göre;

K otomobilindeki gözlemci aynı hızla aynı yönde hareket eden L otomobilini kendine yaklaşıyor olarak göremez. (I.Yanlış)

K ve L otomobilleri zıt yönde hareket ederken K nin sürücüsü L yi kendinden uzaklaşıyor görür.

M, K nin gerisinde olacak biçimde aynı yönde 2v hızı ile hareket ettiğinde ise K, v hızı ile hareket ettiği için M yi kendine yaklaşıyor görür. (II.Doğru)

L, K yi geçmiş bir şekilde, M ise K ye doğru zıt yönde hareket ettiklerinde, K nin sürücü M yi kendisine doğru yaklaşıyormuş, L yi de kendinden uzaklaşıyormuş olarak görür. (III.Doğru)

Cevap E

## Çözüm 3

Birbirine paralel doğrultuda hareket eden araçların birbirine göre hızlarının büyüklüğü, araçlar aynı yönde gidiyor ise hızların büyüklükleri farkı, zıt yönde hareket ediyorlar ise hızlarının büyüklüklerinin toplamı şeklinde hesaplanır.

Bundan dolayı birbirine göre hızının büyüklüğünün en küçük olması için araçlar aynı yönde gitmelidir.

Buna göre, L ve N hareketlilerinin birbirine göre hızının büyüklüğü $2 - 1 = 1$ olur.

Şekilde verilen diğer hızlarla 1 den daha küçük bir bağıl hız elde edilemez.

Cevap D

## Çözüm 4

Batı yönü +, doğu yönü ise – yön olarak kabul edilsin.

Buna göre;

K nin L ye göre hızı $\vec{v}_{KL} = \vec{v}_K - \vec{v}_L = -10$ m/s

L nin M ye göre hızı $\vec{v}_{LM} = \vec{v}_L - \vec{v}_M = +20$ m/s

$\vec{v}_{KL} + \vec{v}_{LM} = \vec{v}_K - \vec{v}_M = \vec{v}_{KM} = -10 + 20 = +10$ m/s batı yönünde bulunur.

Cevap A

Pri Yayınları

### Çözüm 5

Doğu - batı doğrultusunda hareket eden K, L, M araçlarından batıya doğru hareket eden K nin M yi batıya doğru görmesi demek K nin hız vektörü ters çevrilip M nin hız vektörü ile toplandığında batı yönünde bir vektör oluşması demektir.

K nin vektörü ters çevrilince doğu yönünde olur. Bu durumda M nin hızı batı yönünde ve sürati K ninkinden daha büyük olması gerekir. (III. Kesin)

K nin L yi doğu yönünde görmesi için ise iki durum vardır.

L doğuya gidebilir ve sürati K ninkinden büyük, küçük ya da aynı olabilir.

L batıya gidebilir,sürati ise K ninkinden küçük olur.

(I. ve II. Kesin değil)

Cevap C

### Çözüm 7

K cisminin X e göre hızı $\vec{v}_{KX} = \vec{v}_K - \vec{v}_X$ tir.

Buradan K cisminin hızı $\vec{v}_K = \vec{v}_{KX} + \vec{v}_X$ ten şekildeki gibi bulunur.

K cisminin Y ye göre hızı ise $\vec{v}_{KY} = \vec{v}_K - \vec{v}_Y$ dir.

Buna göre, K nin Y ye göre hız vektörü şekildeki gibi kuzeydoğu yönünde olur.

Cevap E

Prf Yayınları

### Çözüm 6

Hız - zaman grafiğinin altında kalan alanın işareti araçların hareket yönünü verirken alanın değeri de yaptıkları yer değiştirmenin miktarını verir.

K ve L araçlarının hız - zaman grafiklerine bakıldığında araçların aynı yönde hareket ettikleri ve (0 - t) zaman aralığında K nin alanı L ninkinden daha büyük olduğu için K nin yaptığı yer değiştirmenin L ninkinden daha büyük olduğu anlaşılır.

Bundan dolayı K deki gözlemci L yi ya da L deki gözlemci K yi kendisinden uzaklaşıyor görür. (I.Doğru, II.Yanlış)

t = 0 anında araçlar yanyana, K aracı 2v sabit hızı ile hareket ederken L durmaktadır.

Bu anda K nin L ye göre hızı, $v_{KL} = 2v - 0 = 2v$ dir.

t anında ise araçların hızları eşit ve 2v dir.

Bu durumda, $v_{KL} = 2v - 2v = 0$ olur.

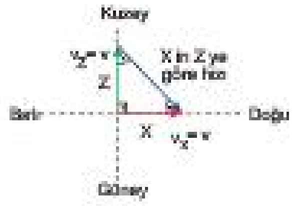
L aracındaki gözlemci K yi duruyor görür.

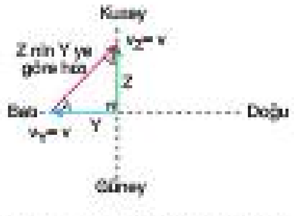
Buradan da (0 - t) zaman aralığı için L, K yi yavaşlıyor görür çıkarımı yapılır. (III.Doğru)

Cevap E

### Çözüm 8

Ara yönler, iki ana yönün tam açıortay çizgisi üzerinde oluşur.



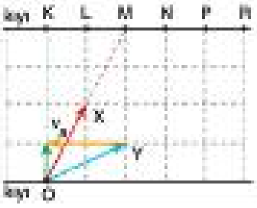

Buna göre;doğuya doğru v hızı ile giden X aracını, Z aracındaki gözlemcinin güneydoğu yönünde görmesi için Z nin şekildeki gibi kuzeye doğru v hızı ile gitmesi gerekir. Buradan da Y aracındaki gözlemci Z aracını şekildeki gibi kuzeydoğu yönünde görür.

Cevap C

# Test - 12

## Çözüm 1

Yüzücüler karşı kıyıya yere göre hızlarının doğrultusunda ve yönünde hareket ederek çıkarlar. Y yüzücüsünün yere göre hızı, suya göre hızı ile akıntı hızının toplamı şeklinde bulunur. Bu iki hız vektörü uç uca eklenerek yere göre hız vektörü şekildeki gibi bulunur.



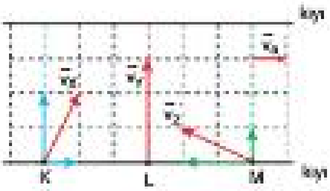

X yüzücüsünün hızı yere göre verildiği için bu yere göre hızların doğrultuları şekildeki gibi çizilirse; X, M noktasından Y ise K noktasından karşı kıyıya çıkar.

Cevap B

## Çözüm 2

Yüzücülerin karşı kıyıya ulaşma süreleri, suya göre hızlarının düşey bileşeni ile ters orantılıdır.

Buna göre, yüzücülerin düşey hız bileşenleri şekildeki gibi bulunduğunda en büyük hız Y de, en küçük hız ise Z de olduğu görülür.



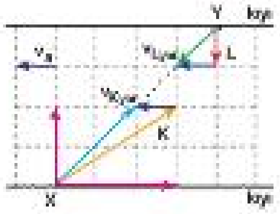

Bu durumda karşı kıyıya ulaşma süresi en büyük Z nin en küçük ise Y nin olur.

Buna göre, $t_Z > t_X > t_Y$ dir.

Cevap E

## Çözüm 3

Şekilde görüldüğü gibi K ve L yüzücülerinin suya göre hızları ile akıntı hızı uç uca eklenerek yüzücülerin yere göre hızları bulunur.




Bu hızların doğrultuları çizildiğinde şekilde görüldüğü gibi K nin doğrultusu Y noktasından, L nin doğrultusu da X noktasından geçtiğinden dolayı K karşı kıyıya Y noktasından, L ise X noktasından çıkar. (II. ve III. Doğru)

Yüzücülerin şekilde görüldüğü gibi suya göre hızlarının düşey bileşenleri birbirine eşit büyüklükte olmadığı için karşı kıyıya ulaşma süreleri birbirine eşit olmaz. (I. Yanlış)

Cevap D

## Çözüm 4

Uçağın havaya göre hızının büyüklüğüne $v_U$ denilirse;

K den L ye gidiş için, $KL = (v_U + v).t_1$

L den K ye dönüş için, $KL = (v_U - v).t_2$ olarak yazılır.

Bu iki ifadenin oranlanmasından,

$$\frac{t_1}{t_2} = \frac{5}{6} = \frac{v_U - v}{v_U + v}$$

$$5v_U + 5v = 6v_U - 6v$$

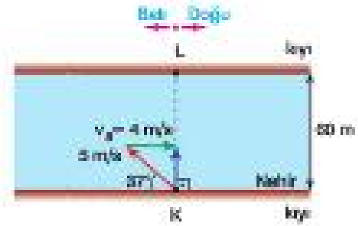
$v_U = 11v$ bulunur.

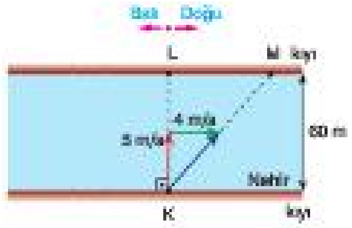
Cevap D

Fırat Yayınları

## Çözüm 5

Motorun karşı kıyıda L noktasından çıkabilmesi için akıntı hızının büyüklüğü $v_a$, şekildeki gibi motorun suya göre hızının yatay bileşeni ile aynı büyüklükte olmalıdır. Buna göre akıntı doğu yönünde, $v_a = 5.\cos37° = 5.0,8 = 4$ m/s olur.




Motor, K den L ye 5 m/s suya göre hızı ile yöneldiğinde karşı kıyıya, $60 = 5.t \Rightarrow t = 12$ s de ulaşır.

Bu sürede akıntı ise motoru doğu yönünde, $4.12 = 48$ m sürükler. Bundan dolayı, motor karşı kıyıya L noktasının doğusunda 48 m uzaklıktan çıkar.

Cevap E

## Çözüm 6

Yüzücünün suya göre hızı $v_2$ dik bileşenlerine ayrıldığında düşey hız bileşeni, $v_y = v_2.\sin45° = v_2.\frac{\sqrt{2}}{2}$ olur.

Yüzücünün karşı kıyıya ulaşma süresi t hesaplanırsa;

$d = v_y.t$ ifadesinden, $d = v_2.\frac{\sqrt{2}}{2}.t \Rightarrow t = \frac{2.d}{\sqrt{2}.v_2}$ olur.

Eğer akıntı olmasaydı yüzücü suya göre hızı ile karşı kıyıya t sürede L noktasından çıkardı. Fakat akıntı t sürede yüzücünün yatayda 4d sürüklenmesini sağlayarak M noktasından çıkmasını sağlamıştır.

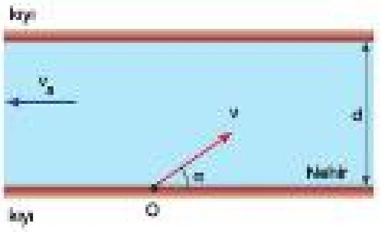
Buna göre, $4d = v_1.t \Rightarrow 4d = v_1.\frac{2.d}{\sqrt{2}.v_2}$ olur.

Buradan da, $\frac{v_1}{v_2} = 2\sqrt{2}$ bulunur.

Cevap B

## Çözüm 7

Suya göre v hızı ile O noktasından şekildeki gibi harekete geçen motorun karşı kıyıya ulaşma süresi nehir genişliğine ve motorun düşey hız bileşenine bağlıdır.




Motorun düşey hız bileşeninin büyüklüğü $v_y = v.\sin\alpha$ dır.

Nehir genişliği d olduğundan, $d = v_y.t = v.\sin\alpha.t$ olur.

Bu ifadeye göre, t karşı kıyıya ulaşma süresinin artması için d artırılmalı, v ise azaltılmalıdır.

α açısı artırıldığında ise, sinα değeri 90° ye kadar artarken, 90° den büyük geniş açılarda azalır. Bu nedenle v nin düşey bileşeni geniş açılarda azalacağından, karşı kıyıya ulaşma süresi artabilir.

Cevap D

## Çözüm 8

K ve L yüzücüleri, şekilde görüldüğü gibi karşı kıyıdaki yöneldikleri noktalardan K, $t_K$ sürede 3 bölme, L ise $t_L$ sürede 1 bölme yatay olarak sürüklenerek Y noktasından çıkmışlardır.

Yüzücülerin yatayda bu yolları almalarını sağlayan hız akıntı hızıdır. Buna göre;

$3 = v_a.t_K$ ve $1 = v_a.t_L \Rightarrow \frac{t_K}{t_L} = 3$ bulunur.

Cevap E

Fizik Yayınları

## Test - 13

### Çözüm 1

Etki - tepki kuvvetleri, karşılıklı olarak iki cisim üzerinde eşit büyüklükte ve zıt yönlü oluşan kuvvetlerdir.

Buna göre; raketin topa uyguladığı kuvvet ile topun rakete uyguladığı kuvvetin büyüklüğü birbirine eşittir. (I. Kesin doğru)

Kütle çekim kuvveti gibi temas gerektirmeyen kuvvetlerde, etki - tepki kuvvet çiftinde hangisinin etki ya da hangisinin tepki kuvveti olduğu hakkında kesin bir şey söylenemez. (II. Kesin değil)

Etki - tepki kuvvetleri birbirinin dengeleyici kuvveti değildir. Bu kuvvetler aynı cisme birlikte etki etmez. Bu kuvvetler farklı iki cisme etki eder. Bundan dolayı etki - tepki kuvvetlerinin bileşkesi alınmaz. (III. Yanlış)

Cevap A

### Çözüm 2

Newton' un ikinci hareket yasasına göre;

İp kopmadan önce,

$F = (m_K + m_L).a_1 \Rightarrow 40 = (3 + 2).a_1 \Rightarrow a_1 = 8 \ m/s^2$ olur.

İp koptuktan sonra,

$F = m_L.a_2 \Rightarrow 40 = 2.a_2 \Rightarrow a_2 = 20 \ m/s^2$ olur.

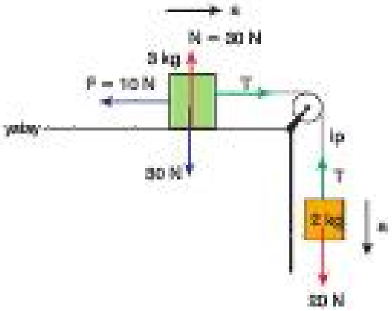
Buna göre;

$\frac{a_1}{a_2} = \frac{8}{20} = \frac{2}{5}$ bulunur.

Cevap C

### Çözüm 3

Cisimlere ait serbest cisim diyagramı şekildeki gibidir. Görüldüğü gibi 2 kg kütleli cismin ağırlığı F kuvvetinden büyük olduğu için 2 kg kütleli cisim sistemi harekete geçirir.




Newton' un ikinci hareket yasası sistem için uygulanırsa;

$20 - 10 = (3 + 2).a \Rightarrow$ ivmenin büyüklüğü, $a = 2 \ m/s^2$ olur.

3 kg kütleli cisim üzerinden T hesaplanırsa,

$T - 10 = 3.2 \Rightarrow T = 16 \ N$ bulunur.

Cevap A

### Çözüm 4

Newton' un ikinci hareket yasasına göre;

$F = (m_X + m_Y).a$

$50 = (1 + 4).a \Rightarrow a = 10 \ m/s^2$ bulunur.

X küpünün Y küpüne uyguladığı etki kuvveti, Y nin ivmelenmesini sağlayan kuvvettir.

Bu kuvvete T denilirse,

$T = m_Y.a$

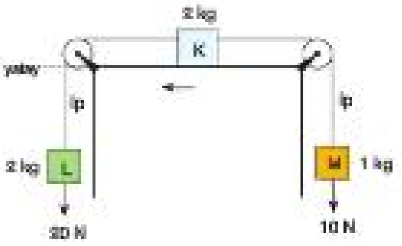
$T = 4.10 \Rightarrow T = 40 \ N$ bulunur.

Cevap B

Fi' Yayınları

## Çözüm 5

L cisminin ağırlığı M ninkinden büyük olduğu için sistemi L cismi harekete geçirir. Bundan dolayı sistemin hareket yönü şekildeki gibi ok yönünde olur.




Newton' un ikinci hareket yasası sistem için yazılırsa;

$F_{net} = m.a$

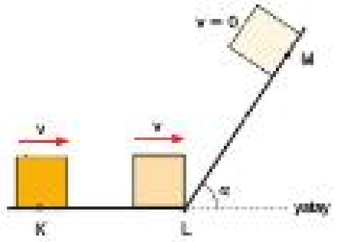
$20 - 10 = (2 + 2 + 1).a$

$a = 2\ m/s^2$ bulunur.

Cevap C

## Çözüm 6

Cisim, sürtünmesiz yatay yolda KL noktaları arasında hareket ederken üzerindeki net kuvvet sıfır olduğu için Newton' un birinci hareket yasasına göre hareketine sabit hızla devam eder.




Bundan dolayı, $v_K = v_L$ olur.

Cisim LM noktaları arasında eğik düzlem üzerinde M ye doğru giderken hareket yönüne zıt olan, mg.sinα net kuvvetinin etkisinde sabit ivmeyle yavaşlayan hareket yapar.

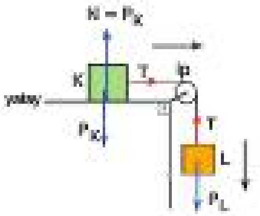
Bundan dolayı, $v_L > v_M$ olur.

Buna göre; $v_K = v_L > v_M$ dir.

Cevap D

## Çözüm 7

Düzenekte sürtünme önemsiz olduğu için K cisminin ağırlığının harekete bir etkisi olmayacaktır. Şekilde görüldüğü gibi K cisminin ağırlığı $P_K$ yatay yüzeyden cisme uygulanan N normal kuvveti ile dengelenmiştir.




Bundan dolayı, $P_K$ nın $P_L$ ve T ile arasındaki ilişki için kesin bir şey söylenemez. (I. ve III. Doğru olabilir)

Düzenekte L nin ağırlığı $P_L$ yi dengeleyecek bir kuvvet olmadığı için düzenek ok yönünde harekete geçecektir.

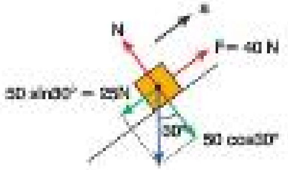
Buna göre, L nin üzerindeki net kuvvet, aşağı ok yönünde ve büyüklüğü, $P_L - T$ dir.

Bu durumda, $P_L > T$ olur. (II. Doğru)

Cevap E

## Çözüm 8

Eğik düzlem üzerindeki 5 kg kütleli sandığın ağırlığı şekildeki gibi dik bileşenlerine ayrılır. N yüzey tepkisi ağırlığın eğik düzleme dik bileşenini sıfırlayacağından, dengelenmemiş kuvvet ağırlığın eğik düzleme paralel bileşenidir.




Buna göre, Newton' un ikinci yasası sandık için yazılırsa;

$F_{net} = m.a \Rightarrow 40 - 25 = 5.a$

$15 = 5a \Rightarrow a = 3\ m/s^2$ bulunur.

Cevap C

Fırf Yayınları

# Test - 14

## Çözüm 1

Newton' un ikinci hareket yasasına göre bir kütlenin üzerinde sabit net bir kuvvet varsa cismin ivmesi de sabit olur.

Buna göre, cisme KL noktaları arasında etkiyen net kuvvet,

$F_{net} = F$ sabit olduğu için bu noktalar arasındaki $a_{KL}$ ivmesi de sabittir.

Cisim LM arasında hareket ederken sabit bir sürtünme kuvvetinin etkisinden dolayı yavaşlayıp durur.

Bu durumda cisme etkiyen net kuvvet,

$F_{net} = f_s - F$ olur. Bu kuvvet de sabit olduğu için cismin $a_{LM}$ ivmesinin büyüklüğü sabittir.

Cevap A

## Çözüm 2

Statik sürtünme kuvvetinin en büyük değeri, kinetik sürtünme kuvvetinden daha büyük olur. (I. Yanlış)

Cisme yatay düzlem üzerinde duruyorken harekete geçirmeye zorlayıcı bir dış kuvvet yoksa statik sürtünme kuvveti sıfır olur. (II. Doğru)

Cisim harekete geçirildikten sonra cisme kinetik sürtünme kuvveti etki eder. Cismin hızı artırıldıkça cisme etkiyen kinetik sürtünme kuvvetinin büyüklüğü ise değişmez. (III. Yanlış)

Cevap B

## Çözüm 3

Şekil - I deki grafik sıfırdan itibaren değişmeye başlarken, Şekil - II deki grafikte ise cisim ivme kazanmaya, $F_1$ değerinden sonra başlıyor.

Buna göre, Şekil- I de cisim sürtünmesiz bir yüzeyde bulunurken, Şekil - II de ise cisim sürtünmeli bir yüzey üzerinde bulunmaktadır. (I. Kesin doğru)

Şekil - II deki grafikte cisim ivme kazanmaya, $F_1$ değerinden sonra başladığı için, $F_1$ değeri cisme etkiyen sürtünme kuvvetinin en büyük değeri olmaktadır. (II. Kesin doğru)

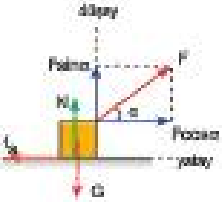
Newton' un ikinci hareket yasası cisimler için yazılırsa;

$F = m_X . a_X$ ve $F - F_1 = m_Y . a_Y$ ifadelerinde cisimlerin kütleleri ve F ile $F_1$ arasındaki sayısal ilişki bilinmediği için $a_X$ ve $a_Y$ ivmelerinin arasındaki ilişki için kesin bir şey söylenemez. (III. Kesin değil)

Cevap C

## Çözüm 4

Cisme etkiyen F kuvveti dik bileşenlerine ayrıldığında oluşan bileşenler şekildeki gibidir.




Cismin sabit hızla hareket etmesi, ivmesinin ve üzerindeki net kuvvetin sıfır olması anlamına gelir. (I. Doğru)

Cismi yatayda çeken F.cosα kuvvetini dengeleyen ve yataydaki net kuvveti sıfır yapan kuvvet şekildeki gibi $f_s$ sürtünme kuvvetidir. Buna göre, $f_s = F\cos\alpha$ olur. (II. Doğru)

Cismin üzerindeki net kuvvet düşey eksen üzerinde de sıfırdır. Bundan dolayı, $N + F\sin\alpha = G$ olur.

Buradan yerin cisme uyguladığı tepki kuvvetinin büyüklüğü,

$N = G - F\sin\alpha$ olur. (III. Doğru)

Cevap E

## Çözüm 5

Cismin serbest cisim diyagramı şekildeki gibi olur. Kamyon gösterilen yönde 2 m/s$^2$ ivme ile harekete geçince cisim de aynı ivme ile harekete geçer.

Bu durumda cisim üzerindeki net kuvvet ip gerilme kuvveti ile cismin ağırlığının bileşkesi olur.

Şekildeki gibi kuvvetler ile oluşturulan dik üçgenden yararlanarak tanα hesaplanırsa;

$\tan\alpha = \dfrac{m.a}{mg} = \dfrac{a}{g} \Rightarrow \tan\alpha = \dfrac{2}{10} = \dfrac{1}{5}$ bulunur.

Cevap A

## Çözüm 6

Cisimlere ait serbest cisim diyagramları şekildeki gibi olur.

Cisimler arasında oluşan kinetik sürtünme kuvvetinin büyüklüğü,

$f_s = k.m_K.g \Rightarrow f_s = 0{,}6.2.10 \Rightarrow f_s = 12$ N olur.

Cisimler gösterilen ok yönlerinde 2 m/s$^2$ ivme ile hareket ediyorlar. Newton' un ikinci hareket yasası cisimler için ayrı ayrı yazılırsa;

K cismi için,

$F_{net} = m.a$

$F - T - 12 = 2.2 \Rightarrow F - T = 16$ N

L cismi için,

$F_{net} = m.a$

$T - 12 = 3.2 \Rightarrow T = 18$ N

Buna göre, K nın denkleminde L nin denklemi yerine yazılırsa,

$F - 18 = 16$ buradan da, $F = 34$ N bulunur.

Cevap E

## Çözüm 7

Cisme ait serbest cisim diyagramı şekildeki gibi olur. $T_{ip} > G$ için cisme etkiyen $F_{net}$ şekildeki gibi oka zıt yönde oluşur. Bu durumda cismin ivmesi de oka ters yönde olur.

Cismin üzerindeki net kuvvet cismin hızlanmasını ya da yavaşlamasını sağlayacaktır.

Bunun olması için asansör oka ters yönde hızlanmalı yani yukarıya hızlanan hareket yapmalı (II. Doğru),

ya da da ok yönünde yavaşlamalı yani aşağı yavaşlayan hareket dır. (I. Doğru)

Cevap D

## Çözüm 8

1 kg kütleli cismin altındaki 4 kg kütleli cisim ile birlikte aynı ivmeye sahip olarak hareket etmesini sağlayan kuvvet, cisimler arasında oluşan sürtünme kuvvetidir.

Cisimlerin birlikte en büyük ivme ile hareket etmeleri durumunda sürtünme kuvveti en büyük değerinde oluşur.

Buna göre sürtünme kuvvetinin en büyük değeri,

$f_s = k.mg = 0{,}4.1.10 \Rightarrow f_s = 4$ N olur.

Newton' un ikinci hareket yasası 1 kg kütleli cisim için yazılırsa,

$F_{net} = m.a$

$4 = 1.a_{max} \Rightarrow a_{max} = 4$ m/s$^2$ olur.

Newton' un ikinci hareket yasası sistem için yazılırsa sistemi en büyük ivme ile hareket ettirecek kuvvet;

$F_{net} = m.a$

$F = (1 + 4).4 \Rightarrow F = 20$ N bulunur.

Cevap B

# Test - 15

## Çözüm 1

Hız - zaman grafiklerinde grafiklerin zaman ekseni ile arasında kalan alan, hareketlilerin yaptığı yer değiştirmeyi vermektedir.

K, L, M hareketlilerine ait verilen grafiklerden 0 - 3t arasındaki alanlar hesaplandığında, bu alanların hepsinin,

$x_K = x_L = x_M = \frac{v.3t}{2}$ olduğu görülür.

Buna göre, hareketlilerin yaptığı yer değiştirmeler arasında,

$x_K = x_L = x_M$ ilişkisi vardır.

Cevap E

## Çözüm 2

Konum - zaman grafiğinde grafiğin eğimi hızı verir.

K aralığında eğim azaldığı için hareketlinin hızı azalmaktadır. Bu durumda hareketliye hareketinin zıddı yönde bir net kuvvet etkimektedir. Bundan dolayı oluşan ivme de harekete zıt yöndedir.

(I.Doğru)

Hareketlinin L aralığında konumu değişmediği için hareketsiz durmaktadır.

(II.Doğru)

M aralığında grafiğin eğimi arttığı içi hareketli hızlanmaktadır. Buna göre, hareketliye hareket yönünde net bir kuvvet etkidiği için oluşan ivme de hareket yönündedir.

(III.Doğru)

Cevap E

## Çözüm 3

Grafiğe göre, cisim (0 - 4) s aralığında,

30 − 10 = 20 m yol almıştır.

Buna göre, sürati; $v_1 = \frac{20}{4} = 5$ m/s olur.

(4 - 6) s aralığında ise cismin konumu değişmemiştir.

Bu durumda cismin (4 - 6) s arasında hareketsiz olduğu anlaşılır.

Bundan dolayı sürati; $v_2 = 0$ dır.

Cevap D

## Çözüm 4

Konum - zaman grafiğinde grafiğin eğimi hızı verir.

(0- 4) s aralığında K nin grafiğinin eğimi sabit olduğu için K hareketlisi sabit hızlı hareket yapmaktadır. (I.Yanlış)

(0 - 4) s aralığında L nin ortalama hızı,

$v_{ort} = \frac{12 - 4}{4} = 2$ m/s olur. (II.Doğru)

t = 4 s anında K nin grafiği L nin grafiğine teğet olmaktadır. Bu teğetin eğimi, yani K nin grafiğinin eğimi, t = 4.s deki L nin anlık hızını verecektir.

Buna göre, $v_L = \frac{12 - 8}{4} = 1$ m/s bulunur. (III.Doğru)

Cevap D

FRF Yayınları

## Çözüm 5

İvme - zaman grafiğinde grafiğin zaman ekseni ile arasındaki alan hareketlinin hızındaki değişmeyi vermektedir.

Buna göre,

0 - t aralığındaki hız değişimi; a.t

t - 2t aralığındaki hız değişimi; 0

2t - 3t aralığındaki hız değişimi; a.t dir.

Buradan hareketlinin;

t = 0 anındaki hızı; $v_0 = 0$

t anındaki hızı; a.t + 0 = a.t

2t anındaki hızı; a.t + 0 = a.t

3t anındaki hızı; a.t + a.t = 2a.t olur.

Bu değerler ile çizilecek hız - zaman grafiği, B şıkkındaki gibidir.

Cevap B

## Çözüm 6

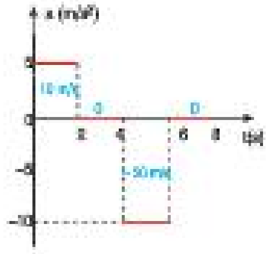
Konum - zaman grafiğinde, grafiğin ters yönde değişmeye başladığı anda hareketli yön değiştirmiştir.

Buna göre; hareketli 2t ve 4t anlarında yön değiştirmiştir.

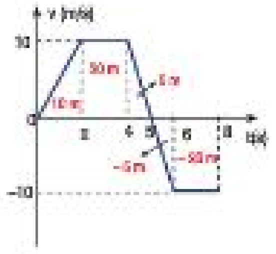
Cevap E

### Çözüm 7

İvme - zaman grafiğinin altındaki alanlar Şekil - I deki gibi hesaplanarak bu zaman aralıklarındaki hız değişimleri bulunur. Bulunan bu hız değişimlerinden yararlanarak Şekil - II deki gibi hız - zaman grafiği çizilir.




Şekil - I




Şekil - II

Bu grafiğin altındaki alanlar hesaplanarak hareketlinin yaptığı yerdeğişmeler bulunur. Bu yer değiştirmelerin hepsi toplanırsa hareketlinin, (0 - 8) s aralığında, + 10 m yer değiştirme yaptığı bulunur.

Bu durumda hareketli 8 s sonra başlangıçta bulunduğu yerin 10 m ilerisinde olur.

Cevap D

### Çözüm 8

Hız - zaman grafiğinde grafiğin eğimi ivmeyi vermektedir.

Buna göre,

K nin ivmesi, $a_K = \frac{0-6}{t_2} = -\frac{6}{t_2}$

L nin ivmesi, $a_L = \frac{-4-0}{t_1} = -\frac{4}{t_1}$ olur.

Hareketlilerin ivme büyüklükleri birbirine eşit olarak verilmiş.

$a_K = a_L \Rightarrow \frac{6}{t_2} = \frac{4}{t_1} \Rightarrow \frac{t_1}{t_2} = \frac{2}{3}$ bulunur.

Cevap A

## Test - 16

### Çözüm 1

Aracın K noktasından L noktasına geldiğinde yaptığı yer değiştirmenin büyüklüğü, KL noktaları arasındaki çap uzunluğu olan 400 m dir.

Aracın KL noktaları arasında aldığı yol ise 200 m yarıçaplı çemberin çevre uzunluğunun yarısı olur.

Buna göre, aracın K den L ye gelme süresi,

$\frac{1}{2}.2.3.200 = 15.t \Rightarrow t = 40 \text{ s}$ olur.

Buradan ortalama hıza geçilirse,

$v_{ort} = \frac{400}{40} = 10 \text{ m/s}$ dir.

Cevap B

### Çözüm 2

$\text{Sürat} = \frac{\text{Alınan yol}}{\text{Geçen zaman}}$ eşitliğinden aracın sürati hesaplanırsa,

$\text{Sürat} = \frac{75}{1,5} = 50 \text{ km/h}$ olarak bulunur.

Cevap B

### Çözüm 3

Atlet, sabit 3 m/s hızla durmakta olan aracın yanından geçtikten 20 s sonra, 20.3 = 60 m yol alır.

Araç harekete geçtikten t süre sonra atlet ile yan yana geldiğinde aldığı toplam yol, 15.t olur.

Bu yol atletin t sürede aldığı 3.t yolu ile aralarında olan 60 m lik fark yola eşittir.

Buradan, $15.t = 3.t + 60 \Rightarrow 12.t = 60 \Rightarrow t = 5 \text{ s}$ olur.

Cevap C

### Çözüm 4

K aracı t sürede 100 + d yol alarak Y hizasına, L aracı ise t sürede 200 + d yol alarak X hizasına gelir. Buna göre;

$20.t = 100 + d$ ve $30.t = 200 + d$ eşitlikleri yazılabilir.

İlk eşitlik − ile çarpılarak alt alta toplama yapılırsa,

$30.t - 20.t = 200 + d - 100 - d$

$10.t = 100 \Rightarrow t = 10$ s olur.

Buna göre; $20.10 = 100 + d \Rightarrow d = 100$ m bulunur.

Cevap A

### Çözüm 5

X, Y tırlarının ön uçlarının bulundukları konumdan t süre sonra 3d ve 2d yol alarak KL çizgisine geliyor. Bu durumda,

$v_X.t = 3d$ ve $v_Y.t = 2d$ olur.

X tırının en arka ucu ile Y tırının en arka ucu 2t sürede KL çizgisine ulaşıyor. Bu durumda X tırı kendi boyu ile 3d yolunun toplamı kadar yol giderken, Y tırı ise kendi boyu ile 2d yolunun toplamı kadar yol alır. Buna göre;

$v_X.2t = L_X + 3d$ ve $v_Y.2t = L_Y + 2d$ olur. Yukarıdaki ifadeler 2 ile çarpılarak,

$2v_X.t = 6d$ için $6d = L_X + 3d \Rightarrow L_X = 3d$ dir.

$2v_Y.t = 4d$ için $4d = L_Y + 2d \Rightarrow L_Y = 2d$ dir.

Buna göre;

$L_X + L_Y = 3d + 2d = 5d$ bulunur.

Cevap D

### Çözüm 6

Durmakta olan cisme grafiğe göre (0 - t) arasında sabit bir net kuvvet uygulanıyor. Bu durumda cisim Newton' un ikinci hareket yasasına göre sabit bir ivme ile harekete geçerek düzgün hızlanan hareket yapar. (I. ve III.Doğru)

(t - 2t) aralığında grafiğe göre cismin üzerindeki net kuvvet sıfır olduğu için Newton' un birinci hareket yasasına göre cisim t anında sahip olduğu hızla hareketine sabit hızlı hareket yaparak devam eder. (II.Doğru)

Cevap E

### Çözüm 7

B şıkkında ifade edilen harekette, düz bir ray üzerinde sabit hızlı hareket yapan trenin üzerindeki net kuvvet sıfır olduğu için trenin ivmesi yoktur. Sabit hızlı hareket ivmeli bir hareket değildir.

Cevap B

### Çözüm 8

Otomobil duruncaya kadar t sürede, $85 - 5 = 80$ m yol alır.

Otomobilin bu düzgün yavaşlama hareketi ortalama hız cinsinden yazılırsa, $80 = v_{ort}.t$ olur.

Düzgün yavaşlama hareketinde ise, $v_{ort} = \frac{v_{ilk} + v_{son}}{2}$ ile hesaplanır.

Buna göre, $v_{ort} = \frac{20 + 0}{2} \Rightarrow v_{ort} = 10$ m/s olur.

Buradan, $80 = 10.t \Rightarrow t = 8$ s de otomobil yavaşlayıp durmuştur.

Otomobilin hız değişimi, $\Delta v = a.\Delta t \Rightarrow 20 - 0 = a.8$

$a = 2{,}5$ m/s$^2$ olur.

Cevap C

### Çözüm 9

İlk hızı $v_0$ olan araç düzgün hızlanma hareketi yaparken t sürede yaptığı yer değiştirme, $x = v_0.t + \frac{1}{2}a.t^2$ formülü ile bulunur.

Buna göre,

(0 - 1) s aralığında, $40 = v_0.1 + \frac{1}{2}8.1^2 \Rightarrow v_0 = 36$ m/s olur.

(0 - 3) s aralığında, $x = 36.3 + \frac{1}{2}8.3^2 \Rightarrow x = 144$ m yer değiştirir.

Cevap D

**Çözüm 10**

Araç düzgün yavaşlarken aracın son hızının büyüklüğü,

$v^2 = v_0^2 - 2ax$ ifadesinden bulunur.

Buna göre;

$v^2 = 50^2 - 2.10.105$

$v^2 = 2500 - 2100 \Rightarrow v^2 = 400 \Rightarrow v = 20$ m/s bulunur.

Cevap B

## Test - 17

**Çözüm 1**

Sürtünmesiz bir ortamda serbest düşmeye bırakılan bir cisim eşit zaman aralıklarında $h = \frac{1}{2}g.t^2$ ifadesine göre; h, 3h, 5h,...şeklinde yollar alır.

Buna göre, cisim KL arasında h düşerse, LM arasında 3h, MN arasında 5h düşer.

Buradan, $h_1 = 3h$, $h_2 = 5h$ olur.

Buna göre, $\frac{h_1}{h_2} = \frac{3}{5}$ tir.

Cevap D

**Çözüm 2**

1. damla ile 4. damla arasında geçen zaman 3 s dir.

Bu sürede 1. damla yere ulaştığına göre, 1. damlanın düştüğü yükseklik $h = \frac{1}{2}g.t^2 \Rightarrow h = \frac{1}{2}10.3^2 \Rightarrow h = 45$ m olur.

Cevap C

**Çözüm 3**

Yer çekimi ivmesinin 10 m/s$^2$ olduğu sürtünmesiz bir ortamda serbest düşmeye bırakılan bir cismin her 1 s süresinde düştüğü yükseklikler 5 m, 15 m, 25 m,... şeklinde değişir.

Buna göre, serbest düşen cisim hareketinin son 1 saniyesinde 55 m düşüyor ise başlangıçtan itibaren düştüğü yükseklikler,

5 m, 15 m, 25 m, 35 m, 45 m, 55 m olmalıdır.

Bütün bu yolların toplamı alındığında,

5 m + 15 m + 25 m + 35 m + 45 m + 55 m = 180 m

cismin serbest düşmeye bırakıldığı yüksekliği verir.

Cevap A

**Çözüm 4**

$h = \frac{1}{2}g.t^2$ ifadesine göre, Ay' daki yer çekimi ivmesi Dünya' ya göre daha küçük olduğu için cisim Ay' da Dünya' ya göre yere daha uzun sürede gelir. (I.Yanlış)

$v^2 = 2gh$ ifadesine göre, Ay' daki yer çekimi ivmesi Dünya' ya göre daha küçük olduğu için Ay' daki cisim Dünya' dakine göre yere daha küçük bir süratle çarpar. (II.Kesin doğru)

Cisimlere etkiyen net kuvvet m.g ifadesine göre cisimlerin ağırlıklarıdır. Cisimlerin kütleleri arasındaki ilişki kesin olarak bilinmediği için cisimlere etkiyen net kuvvetler hakkında kesin bir şey söylenemez. (III.Kesin değil)

Cevap B

**Çözüm 5**

Cisimlerin hareketlerine dik olan en büyük kesit alanları K cisminde r yarıçaplı daire alanı olurken, L cisminde 2r yarıçaplı daire alanı olmaktadır.

$A_K = \pi.r^2$ ve $A_L = 4\pi.r^2$ dir.

Cisimler limit hızlarına ulaştıklarında cisimlere etkiyen hava direç kuvvetleri cisimlerin ağırlıklarına eşit olur.

$F_K = K.A_K.v_K^2 = mg \Rightarrow K.\pi.r^2.v_K^2 = mg$

$F_L = K.A_L.v_L^2 = 2mg \Rightarrow K.4\pi.r^2.v_L^2 = 2mg$

$K.4\pi.r^2.v_L^2 = 2K.\pi.r^2.v_K^2 \Rightarrow \frac{v_K}{v_L} = \sqrt{2}$ bulunur.

Cevap C

Fi̇rfi̇ Yayınları

**Çözüm 6**

Özdeş cisimlerden, K ye etkiyen net kuvvet mg olurken, L ye etkiyen net kuvvet,

hava direnç kuvveti ($F_D$) sebebiyle, $mg - F_D$ olur.

Bundan dolayı cisimlerin hareket ivmeleri arasında, $a_K > a_L$ ilişkisi olur.

Bu durumda K cismi L ye göre aynı yüksekliği, $x = \frac{1}{2}at^2$ formülüne göre daha kısa sürede düşerken, yere çarpma hızının büyüklüğü ise $v^2 = 2gh$ formülüne göre daha büyük olur.

Buna göre;

$t_K < t_L$ ve $v_L < v_K$ dir.

Cevap B

**Çözüm 7**

Pratiklik açısından sürtünmesiz ve yer çekimi ivmesinin 10 m/s$^2$ olduğu bir ortamda yukarıdan aşağı $v_0$ hızı ile fırlatılan bir cisim her 1 s de $(v_0 + 5)$ m, $(v_0 + 15)$ m, $(v_0 + 25)$ m,.......şeklindeki yüksekliği düşer.

K cismi yerden 90 m yükseklikten 15 m/s hızla aşağı doğru atıldığı için, yukarıdaki bilgiye göre,

$(15 + 5) + (15 + 15) + (15 + 25) = 90$ m'yi 3 s de düşer.

L cismi ise serbest bırakıldığı 45 m yüksekliği;

5 m + 15 m + 25 m = 45 m'yi 3 s de düşer.

Buna göre, aynı anda harekete geçen K ve L cisimleri 3 s sonra yere aynı anda çarparlar.

Cevap A

**Çözüm 8**

$v^2 = v_0^2 + 2gh$ ifadesine göre;

$32^2 = v^2 + 2.10.44$

$1024 = v^2 + 880$

$v = 12$ m/s olur.

Cevap C

**Çözüm 9**

K cismi h yüksekliğinden serbest düştüğünde hızının büyüklüğü v oluyorsa, $v^2 = 2gh$ ifadesi yazılır.

L cismi ise yerden 2h yüksekliğinden v büyüklüğündeki hızla atıldığında cismin yere çarpma hızının büyüklüğüne $v_L$ denilirse,

$v_L^2 = v^2 + 2g.2h$ yazılır.

Buradan, $v_L^2 = v^2 + 4gh = 3v^2$ olur.

Buna göre, $v_L = \sqrt{3}v$ dir.

Cevap C

## Test - 18

**Çözüm 1**

Sürtünmesiz, yer çekimi ivmesinin 10 m/s$^2$ olduğu bir ortamda aşağıdan yukarıya doğru atılan bir cismin yukarı yöndeki hareketinde her 1 s de cismin hızı 10 m/s azalır.

Buna göre cisim K den L ye geldiğinde cismin hızının büyüklüğü; 30 m/s den 10 m/s düştüğü için cisim KL aralığını 2 s de alır.

Cismin bu aralıktaki ortalama hızının büyüklüğü ise,

$v_{ort} = \frac{30 + 10}{2} = 20$ m/s dir.

Buna göre, KL arasındaki uzaklık,

$h = v_{ort}.t \Rightarrow h = 20.t \Rightarrow h = 20.2 = 40$ m bulunur.

Cevap D

Fi? Yayınları

## Çözüm 2

Aşağıdan yukarıya düşey atış hareketinde cismin yaptığı yer değiştirme, $h = v_0.t - \frac{1}{2}g.t^2$ ifadesi ile hesaplanır.

Buna göre, 1 s de X cismi, $h_X = 3v.1 - \frac{1}{2}10.1^2 = 3v - 5$

Y cismi, $h_Y = v.1 - \frac{1}{2}10.1^2 = v - 5$

yerdeğiştirme yapar. Cisimlerin arasındaki mesafe,

$h_X - h_Y = (3v - 5) - (v - 5) = 32$

$2v = 32 \Rightarrow v = 16$ m/s olur.

Cevap D

## Çözüm 3

Cisimler aynı hız büyüklüğü ile düşey yukarı atıldığında hepsi P noktasından 4v, R noktasından 2v, S noktasından ise v hız büyüklüğü ile geçerler.

Aynı sabit ivme ile hareket ettikleri için hızları eşit zaman aralıklarında eşit miktar azalır.

Buna göre, hızları 4v den 2v ye 2t sürede, 2v den v ye ise t sürede düşmüş şeklinde düşünülebilir.

Bu durumda ortalama hız ifadesinden yararlanarak,

$h_1 = v_{ort}.t \Rightarrow h_1 = \frac{2v + v}{2}.t = \frac{3}{2}vt$ olur.

$h_2 = v_{ort}.2t \Rightarrow h_2 = \frac{4v + 2v}{2}.2t = 6vt$ olur.

Buna göre; $\frac{h_1}{h_2} = \frac{1}{4}$ bulunur.

Cevap E

## Çözüm 4

Aşağıdan yukarı düşey atış hareketi yukarı yönde 10 m/s$^2$ lik ivme ile düzgün yavaşlama hareketidir.

Bu durumda serbest düşme hareketinin her 1 s de alınan yollar bakımından tersi olarak düşünülebilir.

Buna göre, 40 m/s hızla yukarıya fırlatılan X cismi maksimum yüksekliğine çıkana kadar her 1 s de 35 m, 25 m, 15 m, 5 m yollarını alarak 4 s de maksimum yüksekliğe ulaşır.

Y cismi ise 4 s de 5 m, 15 m, 25 m, 35 m yollarını düştüğünde yere ulaşması için 45 m yol daha gitmesi gerekiyor.

Bu yolu 1 s de gideceği için Y cisminin havada kalma süresi 5 s olur.

Cevap C

## Çözüm 5

Aşağıdan yukarı düşey atış hareketinde cisim maksimum yüksekliğe çıktıktan sonra serbest düşme hareketi yapar ve sürtünmesiz ortamda atıldığı hız değeri ile yere çarpar.

Bu durumda X cismi maksimum yüksekliğe çıktığında Z cismi ile aynı yükseklikten serbest düşmeye başlayacağı için X ve Z cisimleri yere aynı hız ile çarparlar. $v_1 = v_3$ tür.

Y cismi ise X ve Z nin serbest düştüğü yükseklikten $v_0$ hızı ile atıldığı için yere X ve Z den daha büyük bir hızla çarpar.

Buna göre; $v_1 = v_3 < v_2$ olur.

Cevap D

## Çözüm 6

Şekilde görüldüğü gibi L ve M cisimleri aynı maksimum yüksekliğe çıktıktan sonra aynı yüksekliği eşit zamanda düşerler.

Fakat L cismi, M ye göre maksimum yüksekliğe çıkmak için daha fazla yol gideceği için toplamda M den daha uzun süre havada uçmuş olur.

Bundan dolayı, $t_L > t_M$ dir.

K cismi ise L ve M ye göre daha az yüksekliğe çıkıp aynı yüksekliği düşüyor.

Bu durumda uçuş süresi L ve M ye göre en az olur.

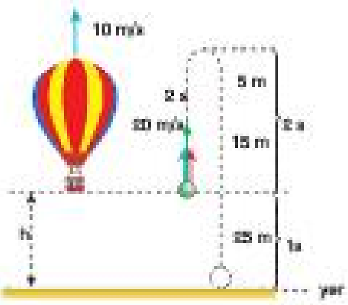
Buna göre, $t_K < t_M < t_L$ dir.

Cevap C

FF Yayınları

### Çözüm 7

Cisim balona göre yukarı yönde 10 m/s hızla atılınca yere göre şekildeki gibi düşey yukarı 20 m/s hızla atılmış olur.




Cisim 10 m/s$^2$ lik ivme ile hareket edeceği için maksimum yüksekliğe 2 s de ulaşır.

Cismin yere gelme süresi 5 s olduğu için maksimum yükseklikten yere 3 s de serbest düşer.

Bu durumda cisim h yüksekliğini şekildeki gibi hareketinin son 1 s de düşmüş olacaktır.

Cisim serbest düşerken her 1 s de şekildeki yolları alarak düşeceği için, h yüksekliği 25 m olur.

Cevap D

### Çözüm 8

Grafiğe göre, cisim atıldıktan 1 s sonra hızı sıfır olduğu için maksimum yüksekliğe ulaşmıştır. Bu durumda cisim 2. s de atıldığı noktadan geçer ve 4. s de yere gelir.

Buna göre, cisim h yüksekliğini son 2 saniyede düşer.

Cisim maksimum yükseklikten 3 s de yere gelir. Bu durumda yere gelene kadar 5 m, 15 m, 25 m yollarını alır.

Bu yollardan, son 2 saniyede aldığı yol,

15 m + 25 m = 40 m dir.

Cevap C

## Test - 19

### Çözüm 1

Yatay atış hareketinde cisim yatay eksende sabit hızlı hareket yapar.

Cisim yatay 30 m lik yolu, $v_0 = 15$ m/s hızla alır. Bu yolu alma süresi,

$30 = 15.t \Rightarrow t = 2$ s dir.

Cisim düşey eksende serbest düşer.

Buna göre, $h = \frac{1}{2}g.t^2 \Rightarrow h = \frac{1}{2}10.2^2 \Rightarrow h = 20$ m bulunur.

Cismin düşeyde yere çarpma hızının büyüklüğü,

$v_y = g.t = 10.2 = 20$ m/s dir.

Bu durumda cismin yere çarpma hızının büyüklüğü,

$v^2 = (15)^2 + (20)^2 = 625$

$v^2 = \sqrt{625} \Rightarrow v = 25$ m/s dir.

Cevap E

### Çözüm 2

Yatay atış hareketi düşey eksende serbest düşme hareketidir.

Serbest düşme hareketinde eşit zaman aralıklarında düşülen yollar; h, 3h, 5h, ....şeklinde değişim gösteriyordu.

Buna göre, cisim $h_1 + h_2$ yüksekliği 3t sürede alır.

Cisim t sürede $h_1 = h$ düşerse diğer 2t sürede ise 3h, 5h yollarını düşer. Yani $h_2 = 8h$ olur.

Buna göre, $\frac{h_1}{h_2} = \frac{1}{8}$ olur.

Cevap E

Fr Yayınları

## ÇÖZÜMLERİ

### Çözüm 3

Grafikte y eksenindeki harekete ait olan grafiğin eğimi cismin ivmesini yani yer çekimi ivmesini verir.

Eğim = g = $\frac{v_Y}{t}$ den yer çekimi ivmesi bulunur. (III.Doğru)

y eksenindeki harekete ait olan grafiğin altındaki alan cismin y ekseninde yaptığı yer değiştirmeyi yani cismin düştüğü yüksekliği verir. $h = \frac{v_Y t}{2}$ dir.

Buna göre, cismin atıldığı yükseklik olan h bulunur. (I.Doğru)

Grafikteki $v_X$ bilinmediği için cismin yatayda aldığı yol bulunmaz.

(II.Yanlış)

Cevap C

### Çözüm 4

L cismi $h_2$ yüksekliğini $t_L$ sürede düşerse, yataydaki x yolu için;

$v.t_L = x$

K cismi $h_1$ yüksekliği $t_K$ sürede düşerse yataydaki x yolu için;

$2v.t_K = x$ olur.

Bu durumda, $t_L = 2t_K \Rightarrow t_K = t$ ve $t_L = 2t$ olur.

Buna göre; $h_1 = \frac{1}{2}gt^2$ , $h_2 = \frac{1}{2}g4t^2$ olur.

Buradan da, $\frac{h_1}{h_2} = \frac{1}{4}$ bulunur.

Cevap D

### Çözüm 5

Yatay atış hareketinde cismin yatayda aldığı x yolu;

$x = v.t$ ifadesi ile bulunur.

Burada t cismin uçuş süresidir. Buna göre, yalnız v artarsa x artar.

(I.Doğru)

Uçuş süresi t, $h = \frac{1}{2}gt^2$ ifadesinden h ile doğru, g ile ters orantılı değişir.

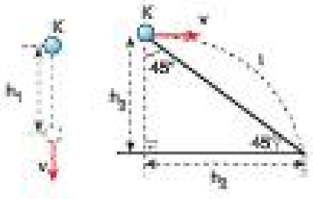
Buna göre, yalnız h artırılırsa t artar, t arttığı için de x artar. (II.Doğru)

Yalnız g artırılırsa; t azalır, t azaldığı için de x azalır. (III.Yanlış)

Cevap B

### Çözüm 6

Cisim $h_1$ yüksekliğinden serbest bırakılınca eğik düzleme Şekil - I deki gibi v hızı ile çarpsın.




Şekil - I Şekil - II

Zamansız hız ifadesine göre, $v^2 = 2gh_1$ dir.

Cisim v hızı ile eğik düzleme tam esnek çarptığında şekildeki gibi v hızı ile yatay olarak fırlar.

Eğik düzlem şekilde görüldüğü gibi ikizkenar dik üçgen olduğu için cismin düştüğü yükseklik ile yatayda aldığı yol birbirine eşit ve $h_2$ dir.

Cisim eğik düzleme çarptıktan sonra eğik düzlemin ucuna t sürede gelirse, yatayda $h_2 = v.t$ ve düşeyde $h_2 = \frac{1}{2}gt^2$ olur.

Buradan, $t^2 = \frac{h_2^2}{v^2}$ ifadesi yerine konursa $v^2 = \frac{1}{2}gh_2$ olur.

Buna göre, $v^2 = \frac{1}{2}gh_2 = 2gh_1$ eşitliğinden,

$\frac{h_1}{h_2} = \frac{1}{4}$ bulunur.

Cevap E

### Çözüm 7

Pilot bombayı uçağa göre serbest bırakınca, bomba uçağın hızı ile yere göre yatay atış hareketi yapar.

Bu durumda bomba 2000 m yükseklikten,

$2000 = \frac{1}{2}10t^2 \Rightarrow t = 20$ s de yere gelir.

Bu sürede bomba yatayda,

20. 100 = 2000 m yol alırken, araç ise;

50.20 = 1000 m yol alır.

Bomba araca çarptığına göre, KL arasındaki yatay uzaklık;

2000 + 1000 = 3000 m = 3 km bulunur.

Cevap B

FF Yayınları

**Çözüm 8**

Şekilden de anlaşılacağı üzere, ikizkenar dik üçgenden dolayı; K noktasından atılan cisim 2x yüksekliğinden, L noktasından atılan cisim ise x yüksekliğinden yatay olarak atılmaktadır.

K noktasından atılan cisim $t_1$, L noktasından atılan cisim $t_2$ sürede M noktasına gelsin.

Bu durumda; $2x = \frac{1}{2}gt_1^2$ ve $x = \frac{1}{2}gt_2^2$ den,

$t_2 = t$ ve $t_1 = \sqrt{2}t$ olur.

Buradan yataydaki harekete geçilirse;

$2x = v_1 . \sqrt{2}t$ ve $x = v_2 . t$ den,

$v_2 . t = v_1 . \sqrt{2}t$ olur.

$v_2 = \sqrt{2}v_1$ eşitliğinden, $\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{2}$ bulunur.

Cevap B

**Çözüm 2**

Eğik atış hareketi düşey eksen üzerinde aşağıdan yukarıya düşey atış, yatay eksen üzerinde ise sabit hızlı hareketlerin olduğu birleşik bir harekettir.

Cisim maksimum yüksekliğe çıktığında düşey eksen üzerinde serbest düşme hareketi yapacaktır.

Hatırlanacağı üzere serbest düşmede her bir t sürede cisim; h, 3h, 5h,..gibi yollar düşerken, aşağıdan yukarıya atışta ise her bir t sürede 5h, 3h, h gibi yollar alarak maksimum yüksekliğe çıkar.

Buna göre; şekildeki gibi eğik atılan cisim maksimum yüksekliğe 4h yol alarak çıkıyor.

Bu durumda ilk t sürede 3h, ikinci t sürede de h yol alarak en tepeye çıkar. Yani cismin maksimum yüksekliğe çıkma süresi 2t olur.

En tepeden yere gelirken ise t sürelerde h, 3h, 5h düşerek yere gelir. Yani cismin yere gelme süresi 3t olur.

Cismin yatay hızına $v_x$ denilirse,

$y = v_x . 2t$ ve $x = v_x . 3t$ den,

$\frac{v_X}{v_Y} = \frac{3}{2}$ bulunur.

Cevap B

Fi Yayınları

## Test - 20

**Çözüm 1**

Sürtünmesiz ortamlarda yapılan atış hareketlerinde cisimlerin ivmesi daima yer çekimi ivmesine eşittir.

Bundan dolayı eğik atış hareketinde cisim maksimum yükseklikte iken ivmesi yine yer çekimi ivmesine eşittir. (I.Yanlış)

Eğik atış hareketinde cisim maksimum yükseklikte sadece yatay hızı vardır. Yatay hız vektörü ise yer çekimi ivmesi vektörüne diktir. (II.Doğru)

Yatay atılan cismin hareketi süresince ivmesinin yönü ve büyüklüğü değişmez. (III.Yanlış)

Cevap B

**Çözüm 3**

Yatay atış hareketi yapan bir cismin düşey eksen üzerindeki hareketi serbest düşme hareketidir.

Buna göre, K ve M cisimleri aynı yükseklikten şekildeki gibi biri serbest bırakılıp, diğeri yatay atıldığı için yere gelme süreleri, $t_K = t_M$ dir.

Eğik atılan L cisminin ise maksimum yüksekliği K nin serbest düşmeye bırakıldığı yüksekliğe eşittir.

Eğik atış hareketinde cismin maksimum yüksekliğe çıkma süresi ile yere inme süresi birbirine eşittir.

Buna göre, L cisminin maksimum yükseklikten yere inme süresi K nin yere düşme süresine eşit olur.

Bu durumda L nin havada kalma süresi, $t_L = 2t_K$ olur.

Buradan, $2t_K = 2t_M = t_L$ eşitliği bulunur.

Cevap C

## ÇÖZÜMLERİ

### Çözüm 4

Hava sürtünmesinin önemsenmediği bir ortamda aynı yükseklikten eşit büyüklükteki hız değerleri ile atılan cisimler, nasıl atılırlarsa atılsınlar yere eşit hız büyüklükleri ile çarparlar.

Buna göre, hava sürtünmesinin önemsenmediği ortamda aynı yükseklikten en büyük hız değeri ile atılan cisim yere en büyük hız değeri ile çarpar.

Buna göre, 3v büyüklüğündeki hızla atılan N cismi yere diğerlerine göre daha büyük bir hız değeri ile çarpar.

Cevap D

### Çözüm 5

Şekilde verilen vektörlerin uzunluklarından da anlaşılacağı üzere K, L, M cisimlerinin hızlarının büyüklükleri arasında $v_L > v_K = v_M$ ilişkisi vardır.

Eğik atış hareketinde aynı hız büyüklüğü ile birbirini 90° ye tamamlayan açılar ile atılan cisimlerin menzilleri birbirine eşit olur.

K ve M cisimlerinin yatay ile yaptıkları açılar toplamı 90° olduğu için menzilleri eşit olur. $x_K = x_M$ dir.

Menzilin maksimum olması 45 ile eğik atılınca gerçekleşir. L cismi hem 45° açı ile eğik atılıyor hem de hızının büyüklüğü K ve M ninkinden büyük olduğu için L nin menzili $x_L$ en büyük olur.

Bu durumda, $x_L > x_K = x_M$ olmaktadır.

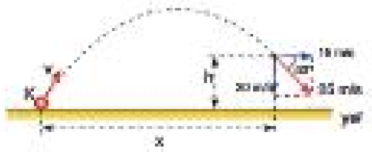
Cevap E

### Çözüm 6

K cisminin yerden h yüksekliğe geldiğindeki hızı şekildeki gibi dik bileşenlerine ayrılırsa;

$v_X = 25.\cos53 = 25.0,6 = 15$ m/s

$v_Y = 25.\sin53 = 25.0,8 = 20$ m/s olur.




Cisim eğik atış hareketi yaptığı için yatay hızının büyüklüğü sabittir. Bu durumda 5 s de yatayda alınan x yolunun değeri,

$x = v_X.t \Rightarrow x = 15.5 = 75$ m olur.

Görüldüğü gibi cisim maksimum yükseklikten P noktasına geldiği zaman düşey hızının büyüklüğünün 20 m/s olması,cismin düşey eksende serbest düşerek 2 s de P noktasına gelmesi demektir.

Buna göre, maksimum yükseklik; 5 m, 15 m, 25 m yüksekliklerinin toplamı olan 45 m dir.

Cisim maksimum yükseklikten P noktasına gelirken 2 s de; 5 m, 15 m den toplam 20 m düşer.

Geriye, $45 - 20 = 25$ m kalır. Bu yol, $h = 25$ m dir.

Buradan, $\frac{h}{x} = \frac{25}{75} = \frac{1}{3}$ bulunur.

Cevap B

### Çözüm 7

P noktasından geçmesi gereken futbol topunun R noktasından geçmesini yer çekimi kuvveti sağlamıştır.

Yer çekimi kuvveti, topun 10 m/s² lik yer çekimi ivmesi ile PR arasındaki 20 m lik yüksekliği serbest düşmesini sağlamıştır.

Buna göre, futbol topunun R noktasına gelme süresi 20 m lik yüksekliği serbest düşme süresi olur.

$20 = \frac{1}{2}.10.t^2 \Rightarrow t = 2$ s olur.

Futbol topunun yatay hız bileşeni,

$v_X = 50.\cos37° = 50.0,8 \Rightarrow v_X = 40$ m/s olur.

Futbol topunun R noktasına gelene kadar yatayda aldığı x yolu,

$x = v_X.t \Rightarrow x = 40.2 = 80$ m bulunur.

Cevap A

Fi̇f Yayınları

### Çözüm 8

Eğik olarak yatayla 45° açı ile 20 m/s büyüklüğündeki hızla atılan cismin yatay ve düşey hız bileşenlerinin büyüklükleri

$\sin 45° = \cos 45° = \frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow v_X = v_Y = 20.\frac{\sqrt{2}}{2} = 10\sqrt{2}$ m/s olur.

Cismin menzil uzaklığı, $x_{menzil} = v_X . t_{uçuş}$ tur.

Cismin uçuş süresi, $t_{uçuş} = 2\frac{v_Y}{g} \Rightarrow t_{uçuş} = 2.\ 10\sqrt{2} / 10$

$t_{uçuş} = 2\sqrt{2}$ s dır.

Buna göre;

$x_{menzil} = 10\sqrt{2}\ .\ 2\sqrt{2} = 40$ m olur.

Cevap B

### Çözüm 3

$F_1$ kuvvetinin KL arasında yaptığı iş,

$F_1 = 2F$ için $W = 2F.x$ olur. (I.Doğru)

Sürtünme kuvvetinin LM arasında yaptığı iş,

$F_s = F$ için $W_s = -F.x$ olur. (II.Doğru)

Net kuvvetin yaptığı iş cismin kinetik enerjisindeki değişime eşit olur.

Buna göre LM arasında cisme etkiyen net kuvvetin yaptığı iş,

$W_{net} = (2F - F).x = F.x$ ten, cismin kinetik enerjisinin F.x kadar arttığı görülür. (III.Doğru)

Cevap E

## Test - 21

### Çözüm 1

İvme - zaman grafiğinin altındaki alan hız değişimini verir.

(0 - t) zaman aralığında hız değişimi, a.t,

(t - 2t) zaman aralığında hız değişimi, 3a.t dir.

Buna göre, t anında cismin hızı, a.t

2t anında ise 4a.t dir.

Burada, a.t = v denilirse, 4a.t = 4v olur.

Buradan, t anında, $E = \frac{1}{2}mv^2$ olurken,

2t anında, $E_K = \frac{1}{2}m16v^2 = 16E$ olur.

Cevap A

### Çözüm 2

K, M, N, P cisimlerinin h kadar yol alması için F kuvvetinin h kadarlık yolda etkimesi gerekir.

Bu durumda kuvvetin bu cisimler üzerinde yaptığı iş,

W = F.h olur.

L cismi ise hareketli makaraya bağlı olarak h kadar çekilebilmesi için F nin uygulandığı ip 2h çekilmelidir.

Bu durumda kuvvetin yaptığı iş,

F.2h = 2W olur.

Cevap B

Frt Yayınları

### Çözüm 4

F kuvvetinin 10 m lik yolda yaptığı iş cismin kazandığı mekanik enerji demektir.

Kuvvet cismi yukarı doğru çekerken cisme hem kinetik enerji kazandırıyor, hem de kütle çekimi potansiyel enerjisi kazandırıyor.

Cismin 10 m yükseklikte sahip olacağı kütle çekim potansiyel enerjisi, $E_P = mgh \Rightarrow E_P = 4.10.10 = 400$ J olur.

Buna göre, F kuvvetinin yaptığı iş,

$W = E_K + E_P \Rightarrow W = 100 + 400 = 500$ J olur.

Cevap A

### Çözüm 5

P yayının gerilmesini yaya asılı olan m kütleli cismin ağırlığı olan mg sağlar.

R yayının gerilmesini ise yayın altındaki toplam ağırlık olan 2mg sağlar.

Yayların yay sabitleri aynı olduğundan yayların uzama miktarları yayların taşıdığı ağırlık ile doğru orantılı olur.

Bu durumda, P yayı x uzarsa, R yayı 2x uzar.

Buradan yaylarda depolanan esneklik potasiyel enerjilerine geçilirse, $E_P = \frac{1}{2}k.x^2$, $E_R = \frac{1}{2}k.4x^2$

$\frac{E_P}{E_R} = \frac{1}{4}$ olur.

Cevap A

## ÇÖZÜMLERİ

### Çözüm 6

Esnek yayın üzerine 1 kg kütleli cisim konulup yay sıkışınca cismin yere en fazla 20 cm yaklaştığı verilmiş.

Bu durumda cismin kütle çekim potansiyel enerjisi azalır.

Azalan bu enerji yayda esneklik potansiyel enerjisine dönüşür.

Buna göre;

$mgh = \frac{1}{2}k.x^2 \Rightarrow 1.10.0,2 = \frac{1}{2}k.(0,2)^2 \Rightarrow 2 = 0,02.k$

$k = 100$ N/m bulunur.

Cevap B

### Çözüm 7

Yay denge konumunda iken yayda enerji depolanmaz.

Yay O dan K ye kadar sıkıştırıldığında yayda, $\frac{1}{2}k.x^2$ kadar enerji depolanır.

O dan M ye kadar sıkıştırıldığında $\frac{1}{2}k.9x^2$ kadar enerji depolanır.

Buna göre; KM arasında yay sıkıştırıldığı zaman yayda depolanacak enerji,

$\frac{1}{2}k.9x^2 - \frac{1}{2}k.x^2 = 8\frac{1}{2}k.x^2 \Rightarrow 4kx^2$ bulunur.

Buna göre, yaydaki esneklik potansiyel enerjinin $4k.x^2$ artacağı görülür.

Cevap D

### Çözüm 8

Şekil - I deki yayın gerilmesini sağlayan kuvvet mg dir.

Bu durumda yay x kadar uzadı ise yayda depolanan esneklik potansiyel enerjisi $E = \frac{1}{2}k.x^2$ olur.

Şekil - II de özdeş iki yayın gerilmesini sağlayan kuvvet mg dir.

Bu durumda her bir yayı geren kuvvet $\frac{mg}{2}$ olur.

Bundan dolayı yaylardaki uzama miktarı $\frac{x}{2}$ olur.

Buna göre, Şekil - II deki yaylarda depolanan esneklik potansiyel enerjisi,

$2.\frac{1}{2}k.\frac{x^2}{4} = \frac{1}{4}k\,x^2 = \frac{E}{2}$ bulunur.

Cevap C

## Test - 22

### Çözüm 1

Cisimlerin yere göre potansiyel enerjileri;

$E_X = 3mgh$

$E_Y = 2mg.2h = 4mgh$

$E_Z = mg.3h$

Buna göre, $E_Y > E_X = E_Z$ olur.

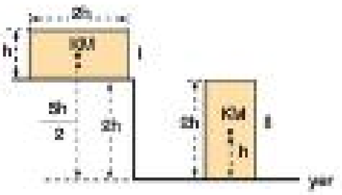
Cevap D

### Çözüm 2

Blok I konumunda iken kütle merkezinin(KM) yere olan uzaklığı $\frac{5h}{2}$ dir.

II konumuna getirildiğinde ise kütle merkezinin(KM) yere olan uzaklığı h oluyor.

Buna göre; I konumunda potansiyel enerji, $2mg\frac{5h}{2} = 5mgh$




II konumunda potansiyel enerji, 2mgh olur.

Buna göre potansiyel enerjideki değişim,

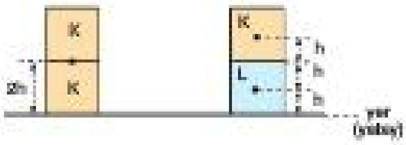
$5mgh - 2mgh = 3mgh$ azalma şeklinde olur.

Cevap C

Fil Yayınları

## Çözüm 3

Aynı boyuttaki türdeş K ve L küplerinin I. ve II. şekillerdeki gibi konulduklarında potansiyel enerjilerinin E ve 2E olması için L nin kütlesinin K nin kütlesinin 2 katı olması gerekir.




Buna göre, $m_K = m$ ise $m_L = 2m$ olur.

Küplerin kenar uzunluğuna 2h denilsin. Bu durumda K küplerinin kütle merkezi şekildeki gibi olur.

Buradan potansiyel enerji hesaplanırsa, $E = 2mg.2h = 4mgh$ olur.

Buradan, $mgh = \frac{E}{4}$ olduğu görülür.

K ve L küpleri şekildeki gibi üst üste konulduğunda oluşan cismin potansiyel enerjisi her bir küpün kütle merkezine göre şekildeki gibi hesaplanırsa,

$E_P = mg.3h + 2mg.h = 5mgh = \frac{5}{4}E$ olur.

Cevap C

## Çözüm 4

I. ve II. şekillere bakılırsa L cisimleri ortaktır fakat II.şekilde L nin potansiyel enerjisi I. şekildekine göre daha büyük olur.

Bu durumda duruş şekilleri aynı olan K ve M den K nin M ye göre potansiyel enerjisinin daha büyük olması gerekir.

Bunun için de $G_K > G_M$ olur.

II. ve III. şekillere bakılırsa M cisimleri ortaktır fakat III. şekildeki M nin potansiyel enerjisi II. şekildekine göre daha büyüktür.

Bu durumda duruş şekilleri aynı olan K ve L den L nin potansiyel enerjisi K ninkinden daha büyük olmalıdır.

Bunun için de $G_L > G_K$ olur.

Buna göre, $G_M < G_K < G_L$ olur.

Cevap A

## Çözüm 5

Eşit uzunluktaki iplere bağlanmış özdeş, türdeş tellerden yapılmış K, L, M çubuklarından yere yakın tel parçalar karşılaştırılarak çubukların potansiyel enerjileri arasındaki ilişki bulunabilir.

M de L ye göre bir parça yere daha yakın, L de de K ye göre bir parça yere daha yakındır.

Özdeş parçalar yere yaklaştıkça potansiyel enerji azalacağından dolayı, $E_M < E_L < E_K$ olur.

Cevap D

## Çözüm 6

L cismini taşıyan ipteki gerilme kuvveti L nin ağırlığına eşittir.

Aynı ip hareketli makaraya bağlı K cismini de taşımaktadır. Fakat aynı ip hareketli makarayı iki koldan taşıdığı için K yi taşıyan toplam ip gerilme kuvveti L nin ağırlığının 2 katı olur.

Bu durumda K nin kütlesi L nin kütlesinin 2 katı olur. L nin kütlesine m denilirse, K nin kütlesi 2m olur. Buna göre;

$E_K = 2mg.2h = 4mgh$

$E_L = mg.3h$ olur.

Buradan da, $\frac{E_K}{E_L} = \frac{4}{3}$ bulunur.

Cevap B

## Çözüm 7

$\vec{F}$ kuvveti ile X cismi h kadar yükseltildiğinde Y cismi ise h kadar alçalır.

Bu durumda X cisminin potasiyel enerjisi 3mgh artarken, Y cisminin potansiyel enerjisi, $mgh = E$ kadar azalır.

Sistem sabit hızla hareket ettiği için F nin yaptığı iş sistemde değişen potansiyel enerji miktarı olur. Buna göre;

$\Delta E_P = 3mgh - mgh = 2mgh = 2E$ olur.

Cevap D

Fr! Yayınları

# ÇÖZÜMLERİ

**Çözüm 8**

F kuvvetinin yapacağı en az iş sistemin sabit hızla hareket etmesi durumunda oluşur.

Denge şartlarının geçerli olacağı bu durumda ipin çubuğa bağlı olduğu yere göre tork alınıp denge eşitliği yazılırsa;

$mg.2 + F.3 = mg.3 \Rightarrow F = \frac{mg}{3}$ bulunur.

Buna göre; $W = F.h = \frac{mg}{3}.h$ bulunur.

Cevap B

**Çözüm 2**

KL noktaları arasında mekanik enerjinin korunumu ilkesine göre;

$2mgh = mgh + \frac{1}{2}m.v^2 \Rightarrow E = \frac{1}{2}m.v^2 = mgh$ olurken,

$v = \sqrt{2gh}$ olur.

Buna göre; cisim 2h yüksekliğinden bırakıldığında KM noktaları arasında mekanik enerjinin korunumu gerçekleştirilirse,

$mg.2h = \frac{1}{2}m.v_M{}^2$ olur.

Bu denklemde mgh yerine, üstteki $\frac{1}{2}m.v^2 = mgh$ yazılırsa,

$2.\frac{1}{2}m.v^2 = \frac{1}{2}m.v_M{}^2 \Rightarrow v_M = \sqrt{2}v$ bulunur.

Cevap C

**Çözüm 3**

Mekanik enerjinin korunumu ilkesine göre cisim serbest bırakıldığında yayı en fazla x kadar sıkıştırdığında, yere h + x kadar yaklaşınca kütle çekim potansiyel enerjisi mg(h + x) kadar azalır.

Azalan bu enerji ise yayda esneklik potansiyel enerjisine dönüşür.

Buna göre; $mg(h + x) = \frac{1}{2}k.x^2$ olur.

Yay sabiti artırıldığında cisim daha sert olan yayı x ten daha az sıkıştırır.

Bu durumda cismin kaybettiği kütle çekim potansiyel enerji daha az olacağı için yayda depolanacak esneklik potansiyel enerji de azalır.

Cevap D

## Test - 23

**Çözüm 1**

Mekanik enerjinin korunumu ilkesine göre yayda depolanan esneklik potansiyel enerji, cisim serbest bırakıldığında kinetik enerjiye dönüşür.

KL = LM = MO = x denilsin.

Buna göre, yayda depolanan potansiyel enerji; yay,

K noktasında iken $\frac{1}{2}k\,9x^2$ olur.

L noktasında iken $\frac{1}{2}k\,4x^2$ olur.

M noktasında iken $\frac{1}{2}k\,x^2$ olur.

Bu durumda cisim serbest bırakıldığında L noktasından geçerken cismin kazandığı 5E kinetik enerji, KL arasında yayda azalan potansiyel enerji miktarı olan,

$\frac{1}{2}k\,9x^2 - \frac{1}{2}k\,4x^2 = \frac{1}{2}k\,5x^2 = 5E$ olur.

Buna göre cisim M noktasından geçerken kinetik enerjisi,

$\frac{1}{2}k\,9x^2 - \frac{1}{2}k\,x^2 = \frac{1}{2}k\,8x^2 \Rightarrow 8E$ dir.

O noktasında ise, $\frac{1}{2}k\,9x^2 - 0 = \frac{1}{2}k\,9x^2 \Rightarrow 9E$ olur.

Cevap A

**Çözüm 4**

KL = LM = MN = NO = x denilsin.

Mekanik enerjinin korunumu ilkesine göre; cisim h yüksekliğinden serbest bırakıldığında, $mgh = \frac{1}{2}k\,x^2$ olur.

Cisim 4h yüksekliğinden serbest bırakıldığında yayı en fazla d kadar sıkıştırsın.

Buna göre, $4mgh = \frac{1}{2}k\,d^2 = 4\,\frac{1}{2}k\,x^2 \Rightarrow d = 2x$ olur.

Bu durumda yay M noktasına kadar sıkışmış olmalıdır.

Cevap B

Fi̇f Yayınları

### Çözüm 5

K ve L nin yere göre potansiyel enerjileri birbirine eşit ise cisimler serbest bırakılınca mekanik enerjinin korunumu ilkesine göre yere çarpma kinetik enerjileri başlangıçta sahip oldukları yere göre potansiyel enerjiye eşit olur.

Bundan dolayı yere çarpma kinetik enerjileri eşittir. (I.Doğru)

$m_K g2h = m_L gh \Rightarrow m_L = 2m_K \Rightarrow m_L > m_K$ olur. (IV.Doğru)

$2h = \frac{1}{2}gt_K^2$ ve $h = \frac{1}{2}gt_L^2$ ifadelerinden cisimlerin yere düşme süreleri için $t_K > t_L$ olduğu anlaşılır. (III.Doğru)

$\frac{1}{2}m_K v_K^2 = \frac{1}{2}m_L v_L^2$ eşitliği ile $m_K.v_K^2 = 2m_K.v_L^2$ ifadesinden,

$v_K^2 = 2v_L^2$ ile $v_K = \sqrt{2}v_L$ olur.

Buradan da, $v_K > v_L$ olur. (II.Doğru)

Cevap E

### Çözüm 6

Cismin yatay olarak atıldığı andaki yere göre mekanik enerjisi,

$E_M = E_K + E_P$ ifadesinden, $E_M = E + 15E = 16E$ dir.

Cisim yere çarptığında sahip olduğu kinetik enerji, mekanik enerjinin korunumu ilkesinden yine 16E olur.

Buna göre;

$E = \frac{1}{2}mv_1^2$ ve $16E = \frac{1}{2}mv_2^2$ olur.

$16.\frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2}mv_2^2$

$\frac{v_1}{v_2} = \frac{1}{4}$ bulunur.

Cevap B

Fi-f Yayınları

### Çözüm 7

Düzenekte sürtünme önemsiz olduğu için mekanik enerjinin korunumu ilkesi geçerlidir.

Bundan dolayı cisim K noktasında duruyorken sahip olduğu yere göre mekanik enerji ile serbest bırakıldığında hareketi sırasında herhangi bir yerden geçerken sahip olduğu mekanik enerji aynıdır.

Buna göre cismin K noktasındaki mekanik enerjisi ile L noktasından geçerken sahip olacağı mekanik enerji $mg(h_1 + h_2)$ kadardır.

Cevap C

### Çözüm 8

Mekanik enerjinin korunumu ilkesine göre, Y cismi yere çarptığında kaybettiği kütle çekim potansiyel enerjisi, sistemde oluşan kinetik enerji değişimine eşit olur.

X ve Y aynı ipe bağlı oldukları için hareket ivmelerinin büyüklükleri birbirine eşit olur.

Bundan dolayı X ve Y nin hızlarının büyüklükleri de eşit olur.

Cisimlerin kütleleri ve hızlarının büyüklükleri eşit olduğu için kaybedilen mgh potansiyel enerjiyi cisimler yarı yarıya paylaşarak kinetik enerjileri, $E_K = \frac{mgh}{2}$ olur.

Cevap B

# Test - 24

## Çözüm 1

Toplam enerjinin korunması ilkesine göre vagonun K noktasındaki toplam enerjisi L noktasına geldiğinde yere göre potansiyel enerjiye ve sürtünme kuvvetinin KL arasında iş yapmasından dolayı ısı enerjisine dönüşür.

Bu durumda,

$E + mgh = W_{sür} + 6mgh$ olur.

Vagonun L noktasında yere göre potansiyel enerjisi,

$6mgh = E$ olarak verildiğinden, denklemde yerine konulursa,

$W_{sür} = mgh$ olur.

Cevap B

## Çözüm 2

KP noktaları arasındaki eşit aralıklarda ısıya dönüşen enerji $E_{ısı}$ olsun. Toplam enerjinin korunumu ilkesine göre;

$12 = 4E_{ısı} + \frac{1}{2}200x^2$ olur. Geri dönüşte $\frac{1}{2}200x^2 = 2E_{ısı}$ olur.

Buradan, $E_{ısı} = 50x^2$ olur.

Bu ifade yukarıda yerine yazılırsa;

$12 = 4.\ 50x^2 + 100x^2$

$300x^2 = 12$

$x = 0,4$ m olarak yayın sıkışma miktarı bulunur.

Cevap A

## Çözüm 3

Cismin K noktasındaki yere göre mekanik enerjisi $5mgh$ dir.

Cisim L noktasına geldiğinde ise $3mgh$ dir.

Görüldüğü gibi $5mgh - 3mgh = 2mgh$ enerji kaybı vardır.

Buna göre; cisim mekanik enerjisinin,

$100.\frac{2mgh}{5mgh} = \%\ 40$ ını kaybetmiştir.

Cevap C

## Çözüm 4

Sabit sürtünme kuvvetinin KL ve LM aralıklarında yaptığı iş $W_{sür}$ olsun.

Bu durumda cisim N noktasından geri dönüşünde L noktasında durması, N noktasındaki yere göre mekanik enerjinin LM arasında sürtünme kuvvetinin yaptığı işe harcanması demektir.

Yani, $W_{sür} = mgh$ olur.

Cismin M noktasından N noktasına kadar çıkabilmesi için mekanik enerjinin korunumundan M deki kinetik enerjinin mgh ye eşit olması gerekir.

Buna göre cismin üzerinde KM noktaları arasında yapılacak net işin mgh olması gerekir.

F kuvvetinin KL arasında yaptığı işe W denilirse,

$mgh = W - 2W_{sür} = W - 2mgh \Rightarrow W = 3mgh$ olur.

Cevap E

Fr Yayınları

## Çözüm 5

X cisminin yerden yüksekliği,

$h = 5 . \sin 37° = 5.0,6 = 3$ m dir.

X cisminin K den geçerek yatay yoldaki M noktasında durması, cismin K noktasında sahip olduğu toplam yere göre mekanik enerjinin LM arasında sürtünme kuvvetinin yaptığı işe harcanması demektir. Buna göre;

$mgh + KE = F_S . |LM| \Rightarrow 2.10.3 + 20 = k.2.10.10$

buradan, $80 = 200k \Rightarrow k = 0,4$ bulunur.

Cevap E

## Çözüm 6

Cismin; L noktasındaki kinetik enerjisi, $E_L = \frac{1}{2}m4v^2 = 4E$

M noktasındaki kinetik enerjisi, $E_M = \frac{1}{2}mv^2 = E$

N noktasındaki kinetik enerjisi, $E_N = \frac{1}{2}m9v^2 = 9E$ olur.

Görüldüğü gibi cisim LM arasında yatay yolda hareket etmektedir.

Bu aralıkta kinetik enerjisi 4E den E ye düştüğü için LM arası kesinlikle sürtünmeli olmalıdır.

KL aralığı eğer sürtünmesiz ise cisim K den L ye geldiğinde,

$mgh = 4E$ olmalıdır.

Bu durumda mgh lık potansiyel enerji 4E kinetik enerjiye dönüşür.

Buna göre, cisim M den N ye geldiğinde de aynı dönüşüm sağlanınca, $E + mgh = 5E$ den cismin N noktasındaki kinetik enerjisi 5E olmalıdır. Fakat 9E olmuştur.

Bu sonuca göre, KL arası MN arasına göre kesinlikle sürtünmeli olmalıdır.

Cevap C

## Çözüm 7

K noktasından serbest bırakılan cisim T noktasına kadar ancak çıktığında mgh kadar enerjisini sürtünmeden dolayı ısı enerjisine kaybettiği görülür.

Cisim K den T ye gelene kadar sürtünmeli 7 aralıktan geçince her bir aralıkta ısıya dönüşen enerji miktarı $\frac{mgh}{7}$ olur.

Cisim T noktasından geri dönüşünde P noktasına geldiğinde kinetik enerjisi,

$3mgh - \frac{3mgh}{7} = \frac{18mgh}{7}$ olur.

Cisim P noktasından yukarı yönde çıkarken h kadar yüksekliğe çıktığında kinetik enerjisinden,

$mgh + \frac{mgh}{7} = \frac{8mgh}{7}$ kaybeder.

Bu durumda cismin P deki kinetik enerjisi M noktasına çıkmaya yeter ama L ye kadar gelebilmesine ise yetmez.

Bundan dolayı LM arasına kadar çıkabilir.

Cevap B

## Çözüm 8

LR noktaları arasındaki eşit aralıkların her birinde ısıya dönüşen enerji $E_{ısı}$ olsun.

Buna göre toplam enerjinin korunumuna göre,

$4mgh = mgh + 4E_{ısı}$ dan herbir aralıkta ısıya dönüşen enerji,

$E_{ısı} = \frac{3mgh}{4}$ olur.

Buna göre, cisim T noktasından geri dönüşte R noktasından mgh kinetik enerji ile geçer.

Bu kinetik enerji ise cismi en fazla NP arasında bir noktaya kadar götürebilir.

Cevap B

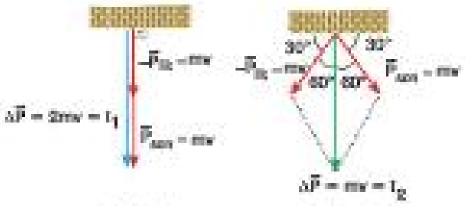
Fi Yayınları

## Test - 25

### Çözüm 1

Duvarların m kütleli cisimlere uyguladığı itme, Şekil - I ve Şekil - II de olduğu gibi cisimlerin momentumlarındaki değişime eşittir.

$\vec{I} = \Delta\vec{P} = \vec{P}_{son} - \vec{P}_{ilk}$




Şekil - I　　Şekil - II

Buna göre, Şekil - I de duvarın cisme uyguladığı itmenin büyüklüğü, $I_1 = 2mv$ olurken,

Şekil - II de ise $I_2 = mv$ olmaktadır.

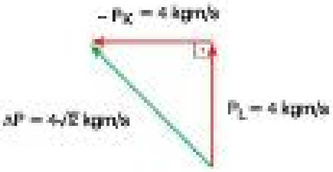
Buradan da, $\frac{I_1}{I_2} = 2$ bulunur.

Cevap A

### Çözüm 2

Cismin K ve L noktalarındaki momentum büyüklükleri birbirine eşit ve $P_K = P_L = 2.2 = 4$ kgm/s dir.

KL noktaları arasında cismin momentumunda oluşan değişim şekildeki gibi $\Delta\vec{P} = \vec{P}_L - \vec{P}_K$ vektörel farkı ile hesaplanır.



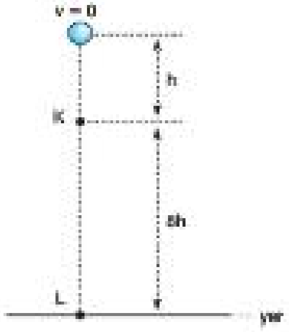

Buna göre momentum değişimin büyüklüğü,

$\Delta P = \sqrt{16+16} = 4\sqrt{2}$ kgm/s olur.

Cevap D

### Çözüm 3

Bir boyutta sabit ivmeli harekette sürtünmesiz ortamda serbest düşen cismin eşit zaman aralıklarında aldığı yollar h, 3h, 5h .....şeklinde iken, hız değişimi ise v, 2v, 3v, ...şeklindedir.




Bundan dolayı cisim h kadar düşünce hızının büyüklüğü v oluyorsa, 9h düştüğünde hızının büyüklüğü 3v olur.

Bu durumda K noktasındaki momentum büyüklüğü, $P_K = mv$

L noktasında ise, $P_L = 3mv$ olur.

Buradan da, $\frac{P_K}{P_L} = \frac{1}{3}$ bulunur.

Cevap D

### Çözüm 4

Kinetik enerji ile momentum arasında $E_K = \frac{P^2}{2m}$ ilişkisi vardır.

Buradan, $P = \sqrt{2mE_K}$ olur.

Soruda verilen tabloya göre;

$P_X = \sqrt{2.m.4E} = \sqrt{8mE}$

$P_Y = \sqrt{2.2m.2E} = \sqrt{8mE}$

$P_X = P_Y$ olur.

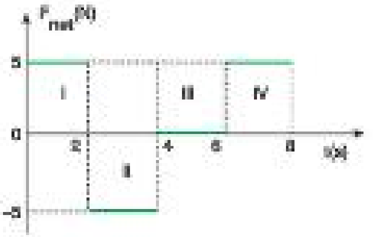
Buna göre, $\frac{P_X}{P_Y} = 1$ bulunur.

Cevap A

Fiz Yayınları

## Çözüm 5

$F_{net} = m.a$ formülünden ivme - zaman grafiği şekildeki gibi net kuvvet - zaman grafiğine dönüştürülürse grafiğin şekli değişmez.



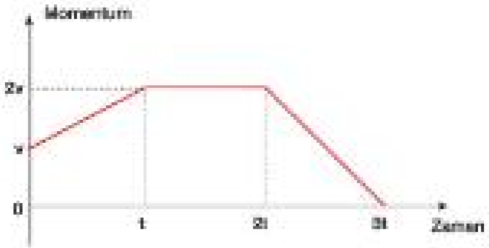

Net kuvvet - zaman grafiğinin altında kalan alan cismin üzerine etkiyen itmeyi verir.

Buna göre, III. zaman aralığında alan sıfır olduğu için bu aralıkta itme de sıfırdır.

Cevap C

## Çözüm 6

Gösterilen zaman aralıklarında cisme etkiyen itme, cismin momentumundaki değişime eşit olur.




Doğrusal yörüngede hareket eden cismin momentum değişimi grafikten hesaplanırsa;

(0 - t) arasında, $I_1 = 2mv - mv = mv$

(t - 2t) arasında, $I_2 = 2mv - 2mv = 0$

(2t - 3t) arasında, $I_3 = 2mv - 0 = 2mv$

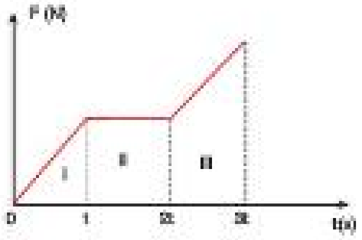
Buna göre, $I_2 < I_1 < I_3$ bulunur.

Cevap D

## Çözüm 7

Net kuvvet - zaman grafiğinin altındaki alan cismin momentum değişimine eşittir.

t = 0 anında cismin momentumu, $m.v_0$ dır.



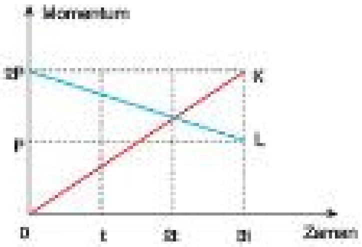

Şekilde görüldüğü gibi I, II ve III aralıklarında grafiğin altındaki alanlar ilk momentum üzerine eklenir.

Bundan dolayı cismin momentumu sürekli artar.

Cevap B

## Çözüm 8

Momentum - zaman grafiğinin eğimi net kuvveti verir.




Buna göre, K ve L ye ait grafiklerin eğiminden cisimlere etkiyen net kuvvetler;

$F_K = \frac{2P}{3t}$ ve $F_L = \frac{2P-P}{3t} = \frac{P}{3t}$ olur.

Buradan da, $\frac{F_K}{F_L} = 2$ bulunur.

Cevap D

Fırat Yayınları

## Test - 26

### Çözüm 1

Merkezi esnek çarpışmalarda momentum korunur.

Çarpışmadan sonra 1 kg kütleli cismin hızı $v_1$, 2 kg kütleli cismin hızı $v_2$ olsun.

Momentumun korunumundan;

$0.2 - 1.12 = 2.v_2 + 1.v_1 \Rightarrow v_1 + 2v_2 = -12$

Ayrıca, hız denkleminden;

$-12 + v_1 = 0 + v_2 \Rightarrow v_2 = v_1 - 12$ olur.

Bu ifade yukarıda $v_2$ nin yerine yazılırsa,

$v_1 + 2.(v_1 - 12) = -12 \Rightarrow 3v_1 - 24 = -12$

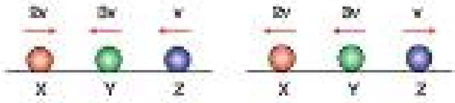
$3v_1 = 12 \Rightarrow v_1 = 4$ m/s olur.

Buna göre, 1 kg kütleli cisim çarpışma sonrası + yönde 4 m/s büyüklüğündeki hızla hareket eder.

Cevap C

### Çözüm 2

Birbirine doğru hareket eden iki cismin momentumları aynı büyüklükte ise, cisimler merkezi esnek çarpışma yaptıklarında aynı hız büyüklükleri ile ters yönde hareket ederler.




Şekil - I Şekil - II

Buna göre, Şekil - I deki gibi hareket eden X, Y, Z cisimlerinden önce X ile Y daha sonra da Y ile Z cisimleri merkezi ve esnek olarak çarpışıp Şekil - II de gösterilen yönlerde aynı hız büyüklüğü ile hareket etmeleri cisimlerin momentumlarının büyüklüklerinin birbirine eşit olduğu anlamına gelir.

Buna göre;

$P_X = P_Y = P_Z \Rightarrow m_X.2v = m_Y 3v = m_Z.v$

$2m_X = 3m_Y = m_Z$ olur.

Buradan da, $m_Y < m_X < m_Z$ bulunur.

Cevap B

### Çözüm 3

Şekil - I de görüldüğü gibi t = 0 anından $t_1 = t$ anına kadar geçen sürede cisimler O noktasına gelene kadar K cismi 3 bölme, L cismi ise 1 bölme yol almıştır.

Bundan dolayı K nin hızının büyüklüğüne 3v, L ninkine v denilebilir.

Şekil - II de ise cisimler çarpıştıktan sonra $t_2 = 2t$ anına kadar geçen sürede L cismi 3 bölme yol alırken K cismi ise 1 bölme yol alıyor.

Bu durumda L nin hızının büyüklüğü 3v, K ninki ise v olmuştur.

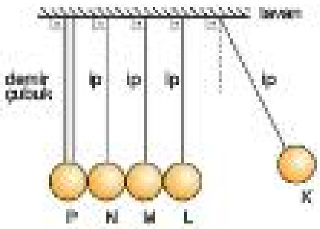
Buradan da anlaşıldığı gibi cisimler hızlarını değişmişlerdir. Bu durum, kütleleri birbirine eşit cisimlerin merkezi esnek çarpışma yapması ile açıklanır.

Bundan dolayı, $\frac{m_K}{m_L} = 1$ olur.

Cevap A

### Çözüm 4

K çelik bilyesi serbest bırakıldığında özdeş L bilyesine merkezi ve esnek olarak çarpınca hızını L ye verirken L de hızını M ye vererek hareketsiz kalır.




L, M ile; M, N ile; N de P ile merkezi esnek çarpışma yapar.

P demir çubuk ile sabitlendiği için hareketsiz kalır ve P, N ile; N, M ile; M, L ile; L de K ile merkezi esnek çarparak K nin geri fırlamasını sağlar.

Buna göre, çarpışmadan hemen sonra hareket eden K bilyesi olur.

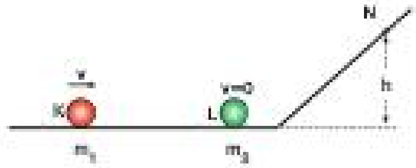
Cevap A

Fi Yayınları

## Çözüm 5

$m_1$ kütleli cisim $m_2$ kütleli cisme merkezi olarak çarpıp duruyor ise bu durum kütleleri eşit cisimlerin merkezi esnek çarpışma yapması ile açıklanır. (I.Doğru, II.Yanlış)

$m_2$ kütleli cismin hızı v olunca cisim bu hızla h yüksekliğine kadar çıkabiliyor.




Mekanik enerjinin korunumu ilkesine göre,

$mgh = \frac{1}{2}mv^2$ eşitliğinden,

$v = \sqrt{2gh}$ bulunur. (III.Doğru)

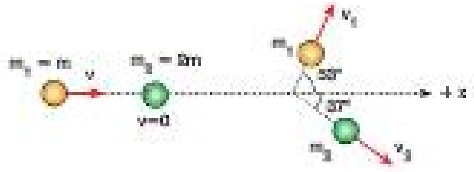
Cevap D

## Çözüm 6

Merkezi olmayan esnek çarpışmalarda momentum korunur.

Çarpışmadan önce düşey eksendeki toplam momentum sıfırdır.

Çarpışma sonrasında da düşey eksendeki toplam momentum sıfır olmalıdır.




Şekil - I　　　Şekil - II

Buna göre, çarpışma sonrası cisimlerin düşey momentum bileşenlerinin büyüklükleri eşit olmalıdır. Buna göre;

$m_1.v_1.\sin 53° = m_2.v_2.\sin 37°$

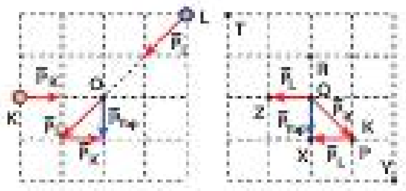
$m.v_1.0,8 = 2m.v_2.0,6$

$\frac{v_1}{v_2} = \frac{3}{2}$ olur.

Cevap C

## Çözüm 7

K ve L cisimlerinin kütleleri eşit olduğu için hızları momentumları olarak düşünülebilir.




Şekil - I　　　Şekil - II

Bu durumda cisimlerin momentumları $\vec{P}_K$ ve $\vec{P}_L$ Şekil - I deki gibi gösterilirse çarpışma öncesi toplam momentum,

$\vec{P}_{Top} = \vec{P}_K + \vec{P}_L$ Şekil - I deki gibi olur.

Cisimler merkezi olmayan esnek çarpışma yaptıklarından dolayı momentum korunur. Bundan dolayı $\vec{P}_{Top}$ değişmez.

K cismi çarpışmadan sonra P noktasına geldiğinde momentumu $\vec{P}_K$ Şekil - II deki gibi olur.

Buna göre, çarpışmadan sonra $\vec{P}_{Top}$ un değişmemesi için L nin momentumu $\vec{P}_L$, Şekil - II deki gibi olmalıdır.

Bu durumda cisim $\vec{P}_L$ momentum vektörü ile Z noktasından geçer.

Cevap C

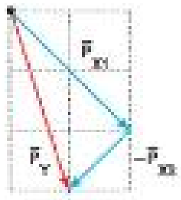
## Çözüm 8

X cismi ile Y cismi merkezi olmayan esnek çarpışma yaptıklarında momentum korunur.

Buna göre çarpışmadan önceki toplam momentum, çarpışmadan sonraki toplam momentuma eşit olmalıdır.

Buradan; $\vec{P}_{X1} = \vec{P}_{X2} + \vec{P}_Y$ olur.

Buna göre, $\vec{P}_Y = \vec{P}_{X1} - \vec{P}_{X2}$ den $\vec{P}_Y$ hesaplanır ve Y nin momentum vektörü şekildeki gibi olur.




Cisimlerin momentum vektörlerinin yönü ile hareket yönleri aynı olacağı için Y cismi çarpışmadan sonra 5 yönünde hareket eder.

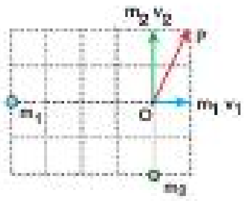
Cevap E

Yayınları

## Test - 27

### Çözüm 1

P toplam momentum vektörü şekildeki gibi dik bileşenlerine ayrıldığında $m_1$ ve $m_2$ kütleli cisimlerin momentumları $m_1.v_1$ ve $m_2.v_2$ bulunur.




Şekilde görüdüğü gibi cisimler aynı anda O noktasına geldiklerinde $m_1$ 4 bölme $m_2$ ise 2 bölme yol aldıkları için cisimlerin hızları için $v_2 = v$ ise $v_1 = 2v$ denilebilir.

Cisimlerin momentumlarının büyüklükleri arasında ise şekilden anlaşılacağı üzere, $m_2.v_2 = 2m_1.v_1$ olduğu görülür.

Buna göre; $m_2.v = 2m_1.2v \Rightarrow m_2 = 4m_1$

Buradan da, $\dfrac{m_1}{m_2} = \dfrac{1}{4}$ olur.

Cevap B

### Çözüm 2

Cisimler aynı maksimum yüksekliğe sahip oldukları için bu noktaya aynı sürede gelmişlerdir.

Cisimlerin maksimum yükseklikte sadece yatay hızları dolayısı ile yatay momentumları vardır.

Cisimler bu noktada çarpışıp yapıştıktan sonra serbest düşüyorlar ise momentum korunumuna göre toplam momentum sıfır olmalıdır.

Bu durumda cisimlerin yatay momentumları eşit büyüklükte ve zıt yönlü olması gerekir.

m kütleli cismin yatay hız büyüklüğüne $v_1$, 4m ninkine de $v_2$ denilirse ,

$m.v_1 = 4m.v_2 \Rightarrow v_1 = 4v_2$ olur.

Cisimlerin maksimum yüksekliğe çıkana kadar yatayda aldıkları yollar sabit hızlı hareketten,

$x_1 = v_1.t = 4v_2.t$ olurken $x_2 = v_2.t$ olur.

Bu durumda, $x_1 = 4x_2 \Rightarrow \dfrac{x_1}{x_2} = 4$ bulunur.

Cevap C

### Çözüm 3

m ve 2m kütleli cisimlerin L noktasına geldikleri zaman momentumları eşit büyüklükte fakat zıt yönlü olması gerekir ki çarpışıp yapıştıklarında momenum korunumu gereği durabilsinler.

Bu durumda m kütleli cismin çarpışma öncesi hızının büyüklüğü v olacağından, 2m kütleli cismin hızının büyüklüğü $\dfrac{v}{2}$ olmalıdır.

2m kütleli cisim eğik düzlem üzerinde duruştan harekete geçerek sabit ivme ile hızlanarak L noktasına gelir.

Bu durumda cismin ortalama hızının büyüklüğü,

$v_{ort} = \dfrac{0 + v/2}{2} = \dfrac{v}{4}$ olur.

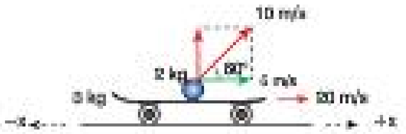
Buna göre; $KL = v.t$, $LM = \dfrac{v}{4}.t$ olur.

Buradan, $KL = 4LM$ olur.

Cevap D

### Çözüm 4

Arabanın üzerindeki cismin yere göre hızı dik bileşenlerine şekildeki gibi ayrılır.




Cismin yatay hız bileşeninin büyüklüğü,

$10.\cos60° = 10.\dfrac{1}{2} = 5$ m/s olur.

Araba ve cisimden oluşan sistemin momentumu yatay eksen üzerinde korunur.

Cisim arabadan atıldığı anda arabanın hızının büyüklüğüne v denilirse,

$(3 + 2).20 = 2.5 + 3.v \Rightarrow 100 = 10 + 3v$

$3v = 90 \Rightarrow v = 30$ m/s olur.

Bu durumda araba +x yönünde 30 m/s hızla hareketine devam eder.

Cevap C

## Çözüm 5

Şekil - I de momentum korunumuna göre ortak kütlenin momentumu çarpışma öncesi merminin momentumuna eşittir.

Buna göre;

$300.0,01 = 1.v_{ortak} \Rightarrow v_{ortak} = 3$ m/s olur.

Çarpışmadan sonra ortak kütle en fazla h yüksekliğine kadar çıkabiliyor. Mekanik enerjinin korunumu ilkesine göre;

$\frac{1}{2} m_{ortak} \cdot v^2_{ortak} = m_{ortak} \cdot gh$

$v^2_{ortak} = 2gh$ olur.

Buradan, $9 = 2.10.h \Rightarrow h = 45$ cm bulunur.

Cevap D

## Çözüm 6

Aşağıdan yukarıya düşey atış hareketinde cisim düşey yukarı yönde hareket ederken her 1 s de hızını 10 m/s azaltır.

Yukarı yönde 20 m/s hızla atılan 2m kütleli cismin hızı 1 s sonra 10 m/s olurken yerden yüksekliği,

$h = v_0.t - \frac{1}{2}g.t^2 \Rightarrow h = 20.1 - \frac{1}{2}10.1^2 = 15$ m olur.

Bu anda momentumu ise yukarı yönde, $2m.10 = 20m$ olur.

Patlamadan sonra m kütleli parçalardan biri 10 m/s hızla aşağı yönde düşey atış hareketi yapıyorsa momentumu aşağı yönde 10m olur.

Patlama olayında momentum korunacağı için patlamadan sonra oluşan m kütleli iki parçanın toplam momentumunun yukarı yönde 20m olması için diğer m kütleli parça yukarı yönde 30m momentuma sahip olması gerekir.

Bu durumda hızı, $30m = m.v \Rightarrow v = 30$ m/s olur.

m kütleli cisim yukarı yönde düşey atış hareketi yapacağı için 3 s sonra hızı sıfır olur.

Bu süre içerisinde çıkacağı maksimum yükseklik,

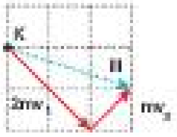
$h_m = 30.3 - \frac{1}{2}10.3^2 = 45$ m olur.

Buna göre, yukarı fırlayan m kütleli parça yerden 15 + 45 = 60 m yukarı çıkar.

Cevap E

## Çözüm 7

Patlamadan önceki momentum patlamadan sonraki momentuma eşittir.




Cismin kütlesine 2m denilirse patlama öncesi momentum büyüklüğü şekildeki gibi $2mv_1$ olur.

Cisim patladıktan sonra m kütleli eşit iki parçaya ayrılıyor.

Buna göre, 2m kütleli cismin momentumundan m kütleli parçanın momentumu çıkarılırsa diğer m kütleli parçanın momentumu ve hız vektörü şekildeki gibi III olarak bulunur.

Cevap C

## Çözüm 8

Momentumun korunumuna göre, avcı tüfeği gevşek tuttuğu için tüfeğin momentumu ile merminin momentumu toplamı tüfek ateşlenmeden önceki momentuma eşit olmalıdır.

Tüfeğin gevşek tutulması durumunda avcının kütlesi hesaba katılmaz. Eğer tüfeği sıkı tutsaydı, bu durumda avcının kütlesi de hesaplamalara dahil edilirdi.

Tüfeğin ateşlenmeden önceki momentumu sıfır olduğu için mermi ile tüfeğin momentumları tüfek ateşlendikten sonra eşit büyüklükte fakat zıt yönlü olmalıdır.

Tüfeğin geri tepme hızının büyüklüğüne v denilirse,

$4.v = 0,02.250 \Rightarrow v = \frac{5}{4} = 1,25$ m/s olur.

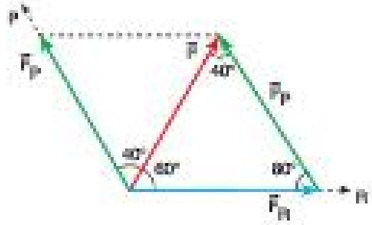
Cevap C

## Ünite Tarama - 1 (Test - 28)

### Çözüm 1

$\vec{F}$ kuvveti PR eksenleri üzerinde bileşenlerine şekildeki gibi ayrılarak $\vec{F}_P$ ve $\vec{F}_R$ bileşenleri bulunur.

$\vec{F}_P$ ve $\vec{F}_R$ uç uca şekildeki gibi eklenip $\vec{F}$ yi oluştururken kurulan üçgenin iç açıları paralelliklerden yararlanarak şekildeki gibi bulunur.



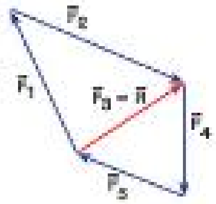

Burada büyük açı karşısında uzun kenar, küçük açı karşısında kısa kenar bulunur bilgisinden yararlanarak,

$F > F_P > F_R$ ilişkisi bulunur.

Cevap C

### Çözüm 2

Şekilde görüldüğü gibi $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$, $\vec{F}_4$, $\vec{F}_5$ kuvvetleri uç uca eklenmiştir. Bu durumda bu kuvvetlerin bileşkesi 0 dır.



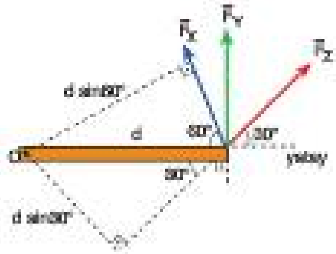

Geriye sadece $\vec{F}_3$ kuvveti kaldığı için bu beş kuvvetin bileşkesi olan kuvvet, $\vec{R} = \vec{F}_3$ olur.

Dengeleyici kuvvet bileşke kuvvetin tersi olan kuvvet olacağı için $-\vec{F}_3$ dengeleyici kuvvet olur.

Cevap B

### Çözüm 3

Kuvvetlerin O noktasına olan dik uzaklıkları şekildeki gibi gösterilir.




Kuvvetlerin O noktasına göre tork şiddetleri eşit olduğuna göre;

$F_X.d.\sin 60 = F_Y.d = F_Z.d.\sin 30$ eşitliğinden,

$F_X\frac{\sqrt{3}}{2} = F_Y = F_Z\frac{1}{2}$ ifadesinden,

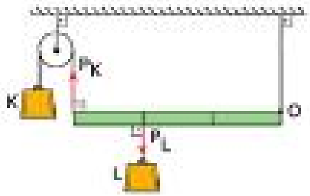
$\sqrt{3}F_X = 2F_Y = F_Z$ olur.

Bu durumda, $F_Z > F_Y > F_X$ ilişkisi bulunur.

Cevap D

### Çözüm 4

K ve L cisimlerinin ağırlıkları cisimleri taşıyan ipler tarafından dengelenir. Bu iplerdeki gerilme kuvvetleri cisimlerin ağırlıklarına eşit olur. Bu iplerdeki gerilme kuvvetleri de çubuğa şekildeki gibi etki eder.




Çubuk yatay dengede olduğu için dengenin ikinci şartına göre, O noktasına göre $P_K$ ve $P_L$ nin torkları eşit değerde olmalıdır.

Buradan, $P_K.3 = P_L.2$

$\frac{P_K}{P_L} = \frac{2}{3}$ olur.

Cevap B

Fırat Yayınları

## Çözüm 5

Eğik düzlemin sürtünmesi önemsiz olduğu için cismin mekanik enerjisi korunur.

Buna göre; $mgh = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow v = \sqrt{2gh}$ olur.

Bu ifadeye göre cismin yere ulaştığındaki hızının büyüklüğü $\alpha$ açısına bağlı değildir. $\alpha$ artırıldığında v değişmez.

Eğik düzlem üzerinde aşağıya doğru kayan cismin ivmesinin büyüklüğü, $a = g.\sin\alpha$ ile hesaplanır.

Bu ifadeye göre cismin hareket ivmesi $\alpha$ açısı ile doğru orantılı değişir.

Bundan dolayı $\alpha$ artırıldığında a artar.

Cevap E

## Çözüm 6

İvme - zaman grafiğinin altındaki alandan hız değişimleri bulunur. Buna göre;

(0 - 2) s aralığında, $\Delta v = 2.2 = 4$ m/s

(2 - 3) s aralığında, $\Delta v = (-4).1 = -4$ m/s

(3 - 4) s aralığında, $\Delta v = 0$

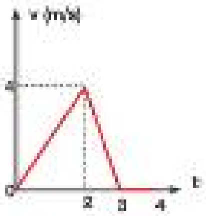
Cismin ilk hızı $v_0 = 0$ olduğuna göre cismin hızı,

t = 2.s deki hızı, $v_1 = 0 + 4 = 4$ m/s

t = 3.s deki hızı, $v_2 = 0 + 4 + (-4) = 0$

t = 4.s deki hızı, $v_3 = 0$

Bu hız değerleri ile oluşan hız - zaman grafiği şekildeki gibi olur.




v - t grafiğinin altındaki alan cismin yaptığı yer değiştirmeyi verir.

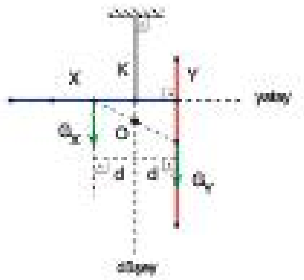
Buna göre, $x = \frac{4.3}{2} = 6$ m olur.

Cevap C

Fr Yayınları

## Çözüm 7

X ve Y türdeş tellerin ağırlık merkezleri şekildeki gibi gösterilir.




Ağırlık kuvvetlerinin ipe olan dik uzaklıkları birbirine eşit olduğu için tork dengesinden dolayı tellerin ağırlıkları birbirine eşittir.

(I.Doğru)

Sistem dengede olduğu için ipin düşey doğrultusu şekilde olduğu gibi sistemin ağırlık merkezinden geçmektedir.

(II.Doğru)

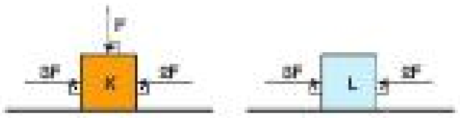
X ve Y tellerinin ağırlık merkezi K noktası değildir. Şekildeki gibi O noktası olmalıdır.

(III.Yanlış)

Cevap B

## Çözüm 8

Tahta zemin üzerinde duran K ve L küplerinin hareketsiz kalması için yola paralel etkiyen net kuvvetlerin sıfır olması gerekir.




Şekil - I    Şekil - II

Buna göre,

K ve L küplerine etkiyen statik sürtünme kuvvetleri,

$f_K = f_L = 3F - 2F = F$ olarak bulunur.

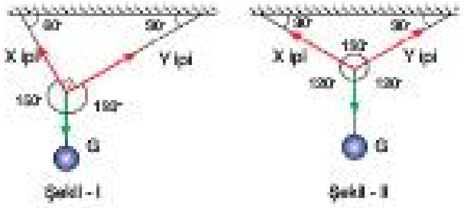
Buna göre; $\frac{f_K}{f_L} = 1$ olur.

Cevap C

## Ünite Tarama - 2 (Test - 29)

### Çözüm 1

G, $T_X$, $T_Y$ kesişen kuvvetleri arasındaki açılar Şekil - I ve Şekil - II deki gibi gösterilir.




Her iki durum için Lami teoremi yazılırsa;

Şekil - I için, $\dfrac{G}{\sin 90°} = \dfrac{T_X}{\sin 120°} = \dfrac{T_Y}{\sin 150°}$

$\dfrac{G}{1} = \dfrac{T_X}{\sin 120°} = \dfrac{T_Y}{\sin 150°}$

$T_X = G.\sin 120° \Rightarrow T_X = \dfrac{\sqrt{3}}{2}G$

$T_Y = G.\sin 150° \Rightarrow T_Y = \dfrac{G}{2}$

Şekil - II için, $\dfrac{G}{\sin 120°} = \dfrac{T_X}{\sin 120°} = \dfrac{T_Y}{\sin 120°}$

$T_X = T_Y = G$ olur.

Görüldüğü gibi düzenek Şekil - II deki konuma getirildiğinde $T_X$ ve $T_Y$ değerleri artmıştır.

Cevap A

### Çözüm 2

Newton' un üçüncü hareket yasasına göre etki kuvveti ile tepki kuvvetinin büyüklüğü birbirine eşittir.

Bundan dolayı X ve Y arasındaki etki ve tepki kuvvetlerinin büyüklükleri arasında, $T_1 = T_2$ ilişkisi vardır.

Newton' un ikinci hareket yasasına göre, $F_{net} = m.a$ dan,

$F = (2m + m).a$ dır.

Y cismini ivmelendiren kuvvet X in Y ye uyguladığı etki kuvveti olan $T_1$ dir.

Buna göre, $F_{net} = m.a \Rightarrow T_1 = m.a$ dır.

Buradan da, $T_1 = T_2 < F$ ilişkisi olduğu anlaşılır.

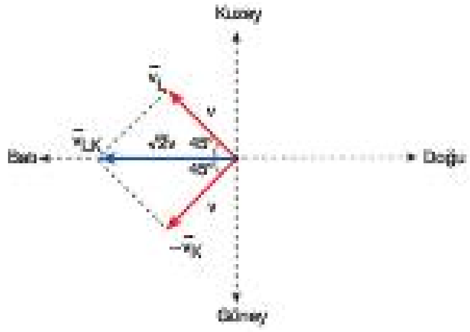
Cevap C

### Çözüm 3

Soruda L yüzücüsünün yere göre hızı verildiği için, akıntı hızını işlemlere dahil etmeye gerek yoktur.

L yüzücüsünün K koşucusuna göre hızı $\vec{v}_{LK} = \vec{v}_L - \vec{v}_K$ olarak hız vektörlerinin çıkarılması ile olur.

Buna göre, L yüzücüsünün hız vektöründen K koşucusunun hız vektörü şekildeki gibi çıkarıldığında bulunan bağıl hız vektörü batı yönünde bulunur.




Buna göre, K koşucusu, L yüzücüsünü batı yönünde $\sqrt{2}v$ hızı ile yüzüyor olarak görür.

Cevap E

### Çözüm 4

Yatay atış hareketi yatay eksen üzerinde sabit hızlı harekettir.

K ve L cisimlerinin yere ulaşma süreleri yatay hareketten bulunur.

K için, $x = 2v.t_K$

L için, $2x = v.t_L$

Buradan, $t_K = t$ ise $t_L = 4t$ olmalıdır.

Cisimlerin düştükleri yükseklikler, $h = \dfrac{1}{2}gt^2$ ifadesinden bulunur.

K için, $h_2 = \dfrac{1}{2}gt^2 \Rightarrow h_2 = h$ diyelim.

L için, $h_1 + h_2 = \dfrac{1}{2}g16t^2 = 16h$ olur.

$h_1 = 16h - h \Rightarrow h_1 = 15h$ bulunur.

Buradan, $\dfrac{h_1}{h_2} = 15$ tir.

Cevap B

Fiz Yayınları

## Çözüm 5

Sabit ivmeli hareketlerde ortalama hız,

$v_{ort} = \dfrac{v_{ilk} + v_{son}}{2}$ formülü ile hesaplanır.

Cisim KL arasında sabit ivme ile hızlanan MN arasında ise sabit ivme ile yavaşlayan hareket yapar. LM arasında ise sabit hızlı hareket yapar.

Cismin K ve N noktalarındaki hızı 0 dır.

L noktasındaki hızının büyüklüğüne 2v denilirse M noktasından da 2v ile geçer.

Buna göre;

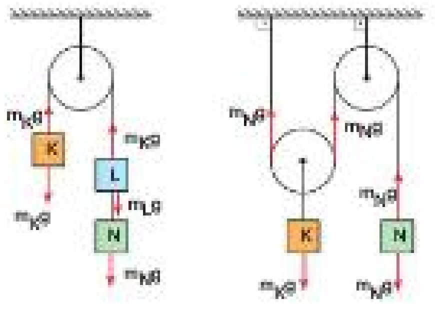
$v_1 = \dfrac{0 + 2v}{2} = v$ ; $v_2 = 2v$ ; $v_3 = \dfrac{2v + 0}{2} = v$ olur.

Bu durumda, $v_2 > v_1 = v_3$ bulunur.

Cevap E

## Çözüm 6

Şekil - I ve Şekil - II de düzeneklerin dengede kalmasını sağlayan kuvvetler gösterilmiştir.




Şekil - I Şekil - II

Buna göre;

Şekil - I de, $m_Kg = m_Lg + m_Ng \Rightarrow m_K = m_L + m_N$ olur.

Şekil - II de, $m_Kg = 2m_Ng \Rightarrow m_K = 2m_N$ olur.

$m_K = m_L + m_N \Rightarrow 2m_N = m_L + m_N \Rightarrow m_L = m_N$ olur.

Buna göre; $m_L = m_N < m_K$ bulunur.

Cevap C

## Çözüm 7

Soruda verilen orana göre, Cisim K den L ye 1 s de ulaşırsa, L den M ye 2 s de ulaşmalıdır.

Buna göre cisim L den en tepe noktaya da 1 s de ulaşır ve cismin yerden maksimum yüksekliğe ulaşma süresi 2 s olur.

Bu durumda cisim maksimum yükseklikten yere 2 s de gelirken $h_2$ ve $h_1$ yüksekliklerini 1 er saniyede düşer.

Buna göre, serbest düşen cisim 1s de 5 m, sonraki 1 s de 15 m düşeceği için,

$h_1 = 15$ m, $h_2 = 5$ m olur.

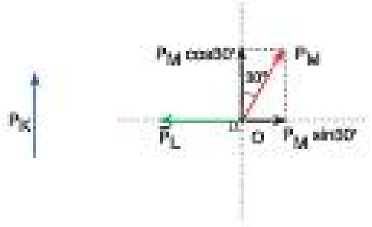
Buradan, $\dfrac{h_1}{h_2} = \dfrac{15}{5} = 3$ olarak bulunur.

Cevap B

## Çözüm 8

Patlama olaylarında momentum korunur. Patlamadan önceki momentum ile patlamadan sonraki toplam momentum birbirine eşit olur. Bu durumda, $\vec{P}_K = \vec{P}_L + \vec{P}_M$ olur.

K cisminin momentum vektörü ile patlamadan sonra oluşan L ve M parçalarının momentum vektörleri şekildeki gibi gösterilir.




M parçasının momentum vektörü şekildeki gibi dik bileşenlerine ayrılır. Momentum hem yatay hem de düşey eksende korunmalıdır. Buna göre;

$P_K = P_M.\cos30° = P_M.\dfrac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow P_M = \dfrac{2}{\sqrt{3}}P_K$ olur.

$P_L = P_M.\sin30° = P_M.\dfrac{1}{2} \Rightarrow P_M = 2P_L$ olur.

$\dfrac{2}{\sqrt{3}}P_K = 2P_L \Rightarrow P_K = \sqrt{3}P_L$ olur.

Bu durumda, $P_L < P_K < P_M$ sonucuna ulaşılır.

Cevap A

## Ünite Tarama - 3 (Test - 30)

### Çözüm 1

Ortamda sürtünmeler ihmal edildiği için cismin mekanik enerjisi korunur.

Cisim K noktasından E kinetik enerji ile atıldığında L den v hızı ile geçiyor. Buna göre, $E = \frac{1}{2}2mv^2 = mv^2$ dir. Mekanik enerji korunumundan, aynı zamanda potansiyel enerji cinsinden, $E = 2mgh$ dir.

E değiştirilmeden cismin kütlesi m yapıldığında cismin hızına $v_{son}$ denilirse,

$E = mv^2 = \frac{1}{2}mv^2_{son} \Rightarrow v_{son} = \sqrt{2}v$ olur.

Buna göre, cisim L noktasından $\sqrt{2}v$ hızı ile geçer. (I.Yanlış)

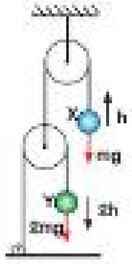
$E = 2mgh = mgh_{son}$ dan, cisim $h_{son} = 2h$ yüksekliğe kadar çıkar. (II.Doğru)

Mekanik enerji korunacağından dolayı cisim K noktasından tekrar geçtiğinde E kinetik enerji ile geçer. (III.Doğru)

Cevap D

### Çözüm 2

Şekilde görüldüğü gibi Y cisminin ağırlığı 2mg, X cisminin ağırlığı ise mg olduğu için cisimler serbest bırakıldığında Y cismi aşağıya doğru X cismi ise yukarıya doğru harekete geçer.




Y cisminin bağlı olduğu ip hareketli makaranın etrafından geçmektedir. Hareketli makara özelliğinden dolayı Y cismi aşağıya doğru t sürede 2h yol alırsa hareketli makara ve makaraya bağlı olan X cismi h kadar yol alır. Bu durumda t sürede X in hızının büyüklüğü v ise Y nin hızının büyüklüğü 2v olur.

Buna göre, cisimlerin kinetik enerjileri;

$E_X = \frac{1}{2}mv^2$ , $E_Y = \frac{1}{2}2m(2v)^2 = \frac{1}{2}8mv^2$ olur.

Buradan da, $\frac{E_X}{E_Y} = \frac{1}{8}$ bulunur.

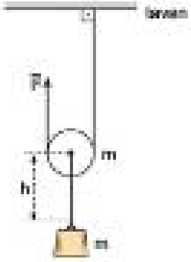
Cevap A

Fr Yayınları

### Çözüm 3

F kuvvetinin yaptığı en az iş, düzenekteki yer çekimi potansiyel enerjisi değişimine eşit olur.

m kütleli cisim h kadar yükselince cismin bağlı olduğu m kütleli makara da h kadar yükselir.




Bundan dolayı hem cisim hem de makara mgh kadar yer çekimi potansiyel enerjisi kazanır.

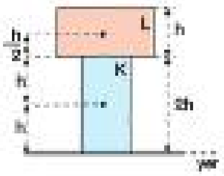
Buna göre F nin yaptığı en az iş,

$W = \Delta PE = mgh + mgh = 2mgh$ olur.

Cevap C

### Çözüm 4

Özdeş ve türdeş K, L metal prizmalarının kütlesine m diyelim. Prizmaların kütle merkezleri ve kütle merkezlerinin yerden yükseklikleri şekildeki gibi olur.




L prizmasının yere göre kütle çekim potansiyel enerjisi,

$E = \frac{5}{2}mgh$ olurken, $mgh = \frac{2}{5}E$ bulunur.

K ve L den oluşan sistemin yere göre kütle çekim potansiyel enerjisi K ve L nin potansiyel enerjilerinin toplamından bulunur.

Buna göre;

$E_P = \frac{5}{2}mgh + mgh = \frac{7}{2}mgh$ olur.

Buradan, $E_P = \frac{7}{5}E$ bulunur.

Cevap A

## Çözüm 5

Mekanik enerjinin korunumuna göre;

m kütleli cisim için,

$mgh = E = \frac{1}{2} m.v^2_X \Rightarrow v_X = \sqrt{2gh} = v$ olur.

$P_X = P = m.v_X = m.v$ olur.

2m kütleli cisim için,

$2mgh = 2E = \frac{1}{2} 2m.v^2_Y \Rightarrow v_Y = \sqrt{2gh} = v$ olur.

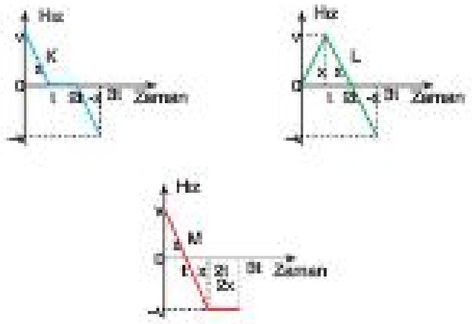
$P_Y = 2m.v_Y = 2m.v = 2P$ olur.

Cevap B

## Çözüm 6

Kütleleri eşit olan K, L, M cisimlerinin momentum - zaman grafikleri ile hız - zaman grafikleri aynı şekilde olur.

Hız değerleri de momentum değerleri ile doğru orantılı olur. Bu durumda cisimlerin hız - zaman grafikleri şekildeki gibi olur.




Hız - zaman grafiğinin altındaki alan cismin yaptığı yer değiştirmeyi verir. Grafiklere göre, $\frac{v.t}{2} = x$ denilirse, grafiklerdeki alanlar şekildeki gibi olur.

Buna göre, cisimlerin yaptığı yer değiştirmeler,

$x_K = x - x = 0$

$x_L = x + x - x = x$

$x_M = x - x - 2x = -2x$ bulunur.

Buradan da, $x_M > x_L > x_K$ sonucuna ulaşılır.

Cevap C

## Çözüm 7

Cisimlerin M noktasında merkezi esnek çarpıştıktan sonra tekrar bırakıldıkları noktalara gelebilmeleri için M noktasına geldikleri hızlarla geri dönmeleri gerekir.

Bunun da olması için cisimlerin M noktasındaki momentum büyüklüklerinin aynı olması gerekir.

(III.Doğru)

Mekanik enerjinin korunumundan cisimlerin M noktasındaki hızları bulunursa;

$m_X g2h = \frac{1}{2} m_X.v^2_X \Rightarrow v_X = \sqrt{4gh}$

$m_Y gh = \frac{1}{2} m_Y.v^2_Y \Rightarrow v_Y = \sqrt{2gh}$

Buradan da, $v_X = \sqrt{2} v_Y$ olduğu görülür.

(II.Yanlış)

X ve Y nin M noktasındaki momentum büyüklükleri eşit olduğuna göre,

$m_X.v_X = m_Y.v_Y \Rightarrow m_X.\sqrt{2}v_Y = m_Y.v_Y \Rightarrow m_Y = \sqrt{2} m_X$ olur.

(I.Yanlış)

Cevap C

## Çözüm 8

Farklı dönme merkezleri etrafında dönen K, L, M dişli çarklarının yarıçapları ile tur sayıları arasında,

$n_K.r_K = n_L.r_L = n_M.r_M$ ilişkisi vardır.

Buna göre;

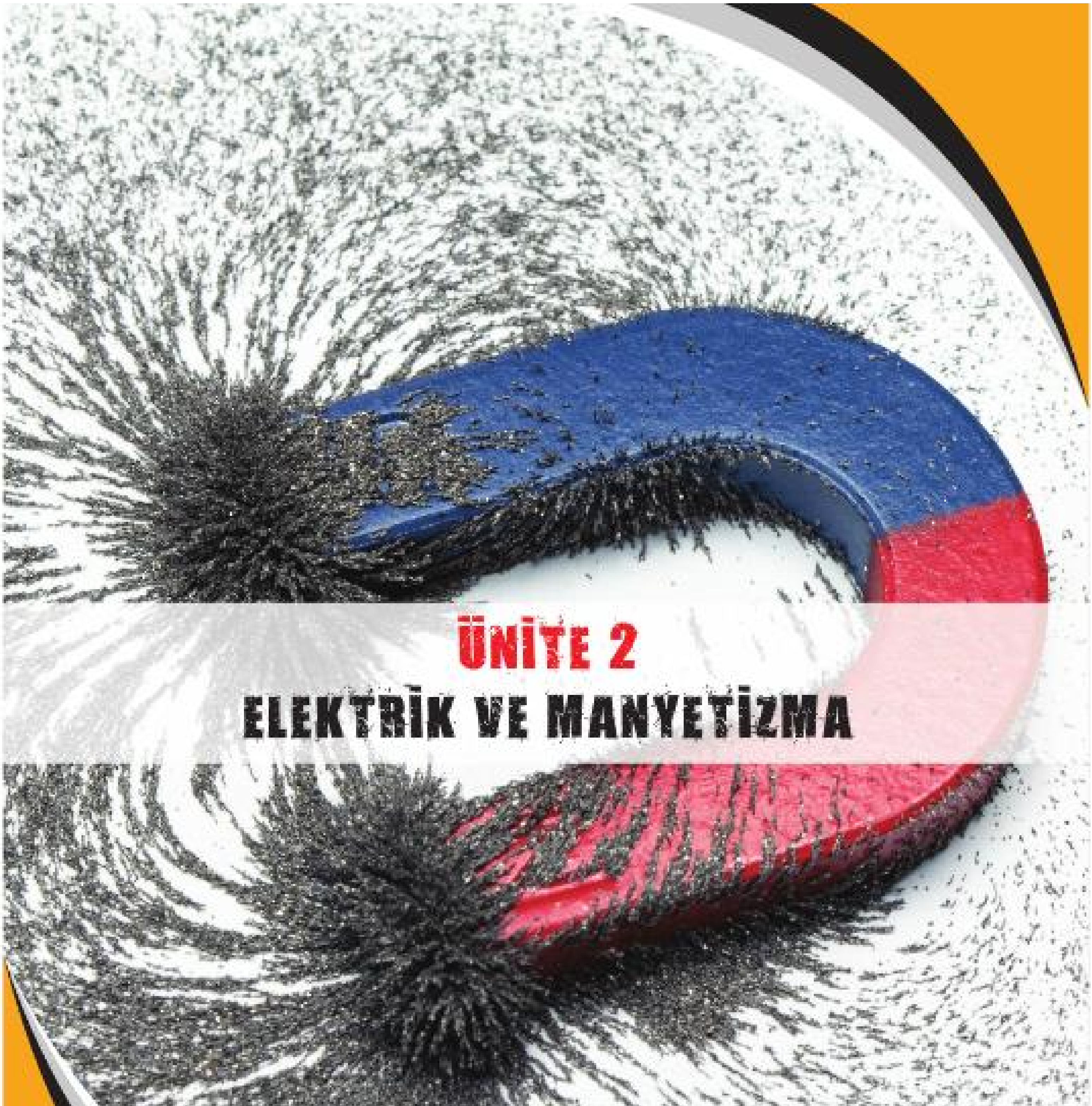
$n_K$ artarsa yarıçaplar sabit olduğu için $n_M$ de artar. (I.Doğru)

$r_L$ nin artması $n_M$ yi etkilemez. Çünkü L dişli çarkı K deki hareketi M ye sadece iletim vazifesi görüyor. (II.Yanlış)

$r_K$ artarsa, $n_K.r_K$ çarpımı da artar.

Bundan dolayı, $r_M$ sabit olduğundan, $n_M$ artar. (III.Doğru)

Cevap D



# ÜNİTE 2

# ELEKTRİK VE MANYETİZMA

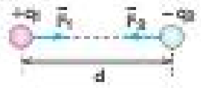
PRF YAYINLARI
Hedefine Paraf At

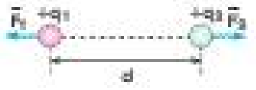
# ELEKTRİK KUVVET, ELEKTRİKSEL ALAN VE ELEKTRİKSEL POTANSİYEL

## ELEKTRİKSEL KUVVET

Yüklü cisimler arasındaki itme ve çekme kuvveti Coulomb Kuvveti (elektrostatik kuvvet) olarak tanımlanır.

- Elektrostatik kuvvet; yüklerin çarpımı ile doğru orantılı, yükler arasındaki yük merkezlerini birleştiren uzaklığın karesi ile ters orantılıdır.
- Elektrostatik kuvvetin büyüklüğü yüklerin bulunduğu ortamın elektriksel özelliklerine de bağlıdır.



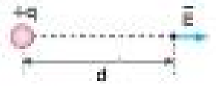




- Şekildeki yükler arasındaki itme veya çekme kuvvetinin büyüklüğü birbirine eşit şiddette ve zıt yönlüdür. Bu kuvvetin büyüklüğü, aşağıdaki formülle hesaplanır. Birimi newton dur. Vektörel bir büyüklüktür.

$$F = k \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{d^2}$$

## ELEKTRİKSEL ALAN

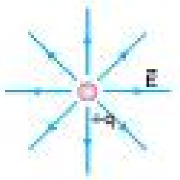
Coulomb kuvveti herbir cismin, diğerinin oluşturduğu kuvvet alanı yani elektriksel alan içinde olmasıyla gerçekleşir. Bir yükün elektriksel etkisir gösterebildiği alana **elektrik alan** denir. Elektrik alan, vektörel bir niceliktir ve $\vec{E}$ harfi ile gösterilir.

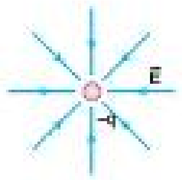


- Şekildeki gibi bir q yükünden d kadar uzaktaki bir noktanın elektrik alanının büyüklüğü, aşağıdaki formülle hesaplanır.

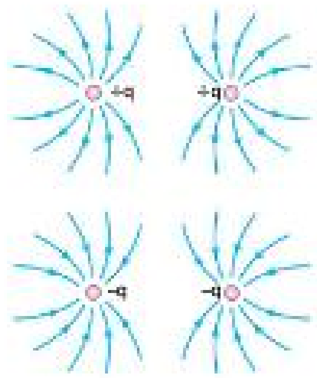
$$E = k \cdot \frac{q}{d^2}$$

- Bir yükün etrafındaki elektrik alan gerçekte var olmayan hayali çizgilerle gösterilir. Elektrik alan kuvvet çizgileri şekildeki gibi pozitif yükün merkezinden dışa doğru, negatif yükün merkezine doğru kabul edilir. Elektrik alan çizgileri yüzeyden dik çıkar ve yüzeye dik olarak girerle

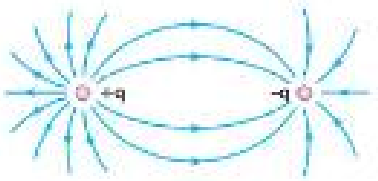



- Aynı cins yüklü cisimler yan yana getirildiğinde, elektrik alanın görünümü şekildeki gibi olur. Alan çizgileri birbirini kesmezler.




- Zıt cins yüklü cisimler yan yana getirildiğinde elektrik alanın görünümü şekildeki gibi olur.




## ELEKTRİKSEL POTANSİYEL

### Elektriksel Potansiyel Enerji

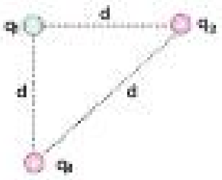
Şekildeki $q_1$ yükünden sonsuz uzaklıktaki bir $q_2$ yükünü, $q_1$ in elektrik alanı içerisinde ve $q_1$ den d kadar uzaklığa getirirken elektriksel kuvvetlere karşı yapılan iş, elektriksel potansiyel enerji olarak tanımlanır.

- Elektriksel potansiyel enerji, aşağıdaki formül ile bulunur. Birimi joule dür. Skaler bir büyüklüktür.

$$E_p = k \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{d}$$

- Aynı işaretli $q_1$ ve $q_2$ yüklerinden oluşan sistemin potansiyel enerjisi pozitiftir. Zıt işaretli $q_1$ ve $q_2$ den oluşan sistemin elektriksel potansiyel enerjisi negatiftir.
  - Aynı cins yükler birbirine yaklaştıkça, elektriksel potansiyel enerji artarken, uzaklaştıkça azalır.
  - Zıt cins yükler birbirine yaklaşırken elektriksel potansiyel enerji azalırken, uzaklaşırken artar.

- Yüklerle kurulan şekildeki gibi bir sisteminin toplam elektriksel potansiyel enerjisi, $E_P = k\frac{q_1q_2}{d} + k\frac{q_1q_3}{d} + k\frac{q_2q_3}{d}$ dir.




## Elektriksel Potansiyel

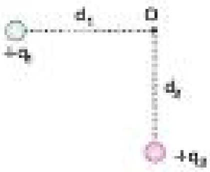
Pozitif birim yüke düşen elektrik potansiyel enerjiye O noktanın **elektriksel potansiyeli** denir.

- Şekildeki q yükünün d kadar uzağındaki bir noktanın elektrik potansiyeli bulunurken bu noktada + 1 birimlik bir yük var gibi düşünülür.

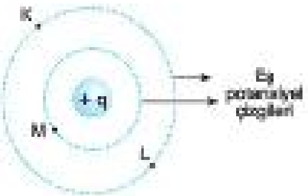
- Bu durumda q yükünden şekildeki gibi d kadar uzaktaki bir noktanın elektriksel potansiyeli, aşağıdaki formülle bulunur. Skaler büyüklüktür. V sembolü ile gösterilir, birimi volt tur.

$$V = k.\frac{q}{d}$$

- Şekildeki yüklerin O noktasında oluşturduğu elektrik potansiyel, herbir yükün O noktasındaki elektrik potansiyeli skaler olarak toplanarak bulunur. $V = k.\frac{q_1}{d_1} + k.\frac{q_2}{d_2}$ dir.




- Elektriksel potansiyelleri eşit olan noktalara eş potansiyel noktaları, bu noktaları birleştiren çizgiye eş potansiyel çizgisi, bu çizgilerin oluşturdukları yüzeylere de eş potansiyel yüzeyleri denir.



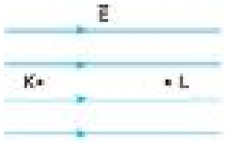

 › Şekildeki yüklü cismin etrafındaki K ile L noktaları aynı eşpotansiyel çizgisi üzerinde olduklarından elektriksel potansiyelleri aynı, M noktasının elektriksel potansiyeli ise K ile L ninkinden büyüktür.

FTT Yayınları

## İki Nokta Arasındaki Potansiyel Fark

Elektrik alan içinde bulunan herhangi iki nokta arasındaki potansiyel fark, +1 C luk birim yükün bu iki nokta arasında hareket ettirilmesi için yapılan iş olarak tanımlanır.

- Elektrik alan yönünde ilerledikçe elektriksel potansiyel azalır. Buna göre, şekildeki K ve L noktalarından K nin potansiyeli L nininkinden büyüktür.




- K ve L noktalarının elektriksel potansiyelleri $V_K$ ve $V_L$ ise
 › K, L arasındaki potansiyel fark,

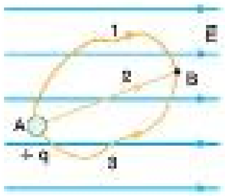
$$V_{KL} = V_L - V_K$$

 › L, K arasındaki potansiyel fark,

$$V_{LK} = V_K - V_L$$

## İki Nokta Arasında Hareket Eden Bir Yükün Elektriksel Potansiyel Enerjisindeki Değişim

$\vec{E}$ elektriksel alanı içerisinde bulunan + q yüklü bir cisim şekildeki A noktasından B noktasına doğru hareket ettiğinde elektriksel potansiyel enerji kaybederken, B noktasından A noktasına hareket ettiğinde elektriksel potansiyel enerji kazanır.




- Cismin potansiyel enerjisindeki değişim,
 › A dan B ye hareket ettiğinde,

$$\Delta E_p = q.V_{AB}$$

 › B den A ya hareket ettiğinde,

$$\Delta E_p = q.V_{BA}$$

- Cisim A noktasından B noktasına 1, 2, 3 yollarından hangisini izleyerek giderse gitsin potansiyel enerjisindeki değişim sabittir.
 › Buna göre, kinetik enerjisini değiştirmeden cismi 1, 2, 3 yollarını izleyerek A dan B ye götürmek için yapılan işler sırasıyla $W_1$, $W_2$, $W_3$ ise bunlar arasındaki ilişki, aşağıdaki gibidir.

$$W_1 = W_2 = W_3 = q.V_{AB}$$

## Örnek - 1

K ve L noktalarından sabitlenmiş olan $q_1$ ve $q_2$ yükleri arasına konulmuş + q yükü şekildeki gibi dengededir.

**Sürtünmeler ihmal edildiğine göre, $\frac{q_1}{q_2}$ oranı kaçtır?**

A) 1 B) 2 C) 4 D) $\frac{1}{4}$ E) $\frac{1}{2}$

## Çözüm

$q_1$ in + q yüküne uyguladığı kuvvet $F_1$, $q_2$ nin + q yüküne uyguladığı kuvvet $F_2$ olsun.

+ q dengede kaldığına göre, $F_1 = F_2$ olur.

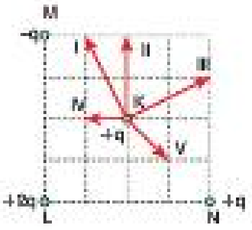
$$k.\frac{q_1.q}{d^2} = k.\frac{q.q_2}{4d^2}$$

$$\frac{q_1}{q_2} = \frac{1}{4}$$ olur.

Cevap D

## Örnek - 2

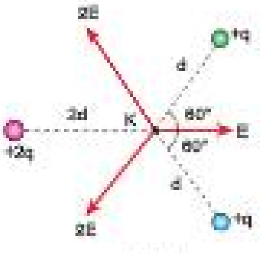
Şekilde + 2q, – q ve + q yükleri sürtünmesiz yatay düzlemde L, M ve N noktalarından sabitlenmiştir.




**K noktasındaki +q yükü serbest bırakılırsa diğer yüklerin etkisinde hangi yönde harekete geçer?**
(k, coulomb sabiti)

A) I B) II C) III D) IV E) V

## Çözüm




Şekil - I

Yüklü cisimlerin birbirine uyguladığı elektrostatik kuvvet,

$F = k.\frac{q_1.q_2}{d^2}$ formülü ile hesaplanır.

L, M ve N deki yüklerin + q yüküne olan uzaklıkları eşit olduğundan bu yüklerin +q yüküne uyguladığı kuvvetler bu noktalardaki yük büyüklükleri ile doğru orantılıdır.

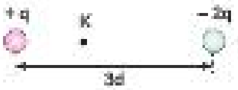
Yüklerin K deki yüke uyguladıkları kuvvetler şekildeki gibi çizilirse bileşke kuvvet ($\vec{R}$) II yönünde olur. Cisim II yönünde hareket eder.

Cevap B

Yayınları

## Örnek - 3

Şekildeki + q ve – 2q yüklerinin arasındaki uzaklık 3d dir.




**K noktasındaki toplam elektriksel potansiyel sıfır olduğuna göre, bu noktanın + q yüküne uzaklığı kaç d dir?**

A) 1 B) 2 C) $\frac{3}{5}$ D) $\frac{3}{2}$ E) $\frac{2}{3}$

## Çözüm

K noktasının + q yüküne olan uzaklığına x denilirse, – 2q yükünün bu noktaya olan uzaklığı (3d – x) olur.

Buna göre;

$$\frac{k.q}{x} + \frac{k.(-2q)}{3d-x} = 0 \Rightarrow \frac{k.q}{x} = \frac{2k.q}{3d-x}$$

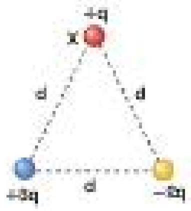
$2x = 3d - x \Rightarrow 3x = 3d$

$x = d$ bulunur.

Cevap A

## Örnek - 4

Yükleri + q, + 3q ve – 2q olan noktasal cisimler şekildeki gibi yatay düzleme konulup sabitleniyorlar.




**Buna göre, sistemde bulunan X noktasal cisminin elektriksel potansiyel enerjisi kaç $\frac{k.q^2}{d}$ dir?**
(k, Coulomb sabiti)

A) – 2 B) – 1 C) 0 D) 1 E) 2

## Çözüm

X in enerjisi diğer iki yükle arasındaki etkileşimden kaynaklanır.

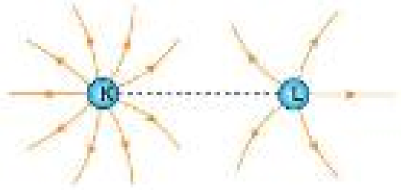
$$E_{PX} = \frac{k.q.3q}{d} + \frac{k.q.(-2q)}{d}$$

$E_{PX} = \frac{k.q^2}{d}$ olur.

Cevap D

## Örnek - 5

Sürtünmesiz yatay düzleme sabitlenmiş elektrikle yüklü noktasal K, L cisimlerinin elektrik alan kuvvet çizgileri şekildeki gibidir.




**Buna göre;**

I. K ve L + elektrik ile yüklüdür.
II. K nin yük miktarı L ninkinden fazladır.
III. K ve L birbirine eşit kuvvet uygular.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) II ya da III E) I, II ve III

## Çözüm

+ yüklerde elektrik alan çizgileri yükten dışarıya doğru yönelir. Bundan dolayı K ve L noktasal cisimleri + yüklüdür. (I.Doğru)

Bir yükten çıkan elektrik alan çizgi sayısı yük miktarı ile doğru orantılıdır. Şekilde görüldüğü gibi K den çıkan çizgi sayısı L den çıkandan daha fazla olduğu için K nin yük miktarı L ninkinden fazladır. (II.Doğru)

K ve L yüklerinin birbirine uyguladıkları kuvvetler, eşit büyüklükte fakat zıt yönlüdür. Bu nedenle birbirlerine eşit kuvvet değil ters kuvvet uygularlar. (III.Yanlış)

Cevap C

## Örnek - 6

Kenar uzunlukları 3d ve 4d olan dikdörtgenin K ve N köşelerine + q ve – q yükleri şekildeki gibi yerleştirilmiştir.

**Buna göre, – q yüklü bir cismi M den L ye götürmek için yapmak gereken iş en az $\frac{k.q^2}{d}$ dir?**
(k, Coulomb sabiti)

A) $\frac{1}{6}$ B) $-\frac{1}{6}$ C) $\frac{1}{12}$ D) $-\frac{1}{12}$ E) $\frac{1}{4}$

## Çözüm

+ q ve – q yüklerinin M ve L noktalarında oluşturduğu elektriksel potansiyeller aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$V_M = k\frac{q}{3d} - k\frac{q}{4d} = k\frac{q}{12d}$$

$$V_L = k\frac{q}{4d} - k\frac{q}{3d} = -k\frac{q}{12d}$$

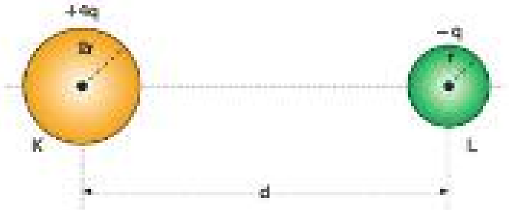
Yapılan iş, $W = -q.V_{ML}$ ile bulunur.

Buna göre,

$W = -q.(V_L - V_M) = -q.(-k\frac{q}{12d} - k\frac{q}{12d}) = k\frac{q^2}{6d}$ dir.

Cevap A

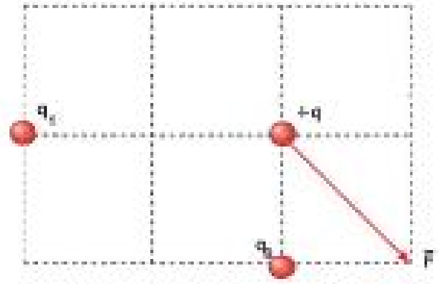
**1.** İletken K, L kürelerinin yarıçapları sırasıyla 2r, r; elektrik yükleri de + 4q, – q dur. Şekildeki konumda tutulurken kürelerin birbirine uyguladığı elektriksel kuvvetin büyüklüğü $F_1$ dir. Küreler birbirine dokundurulduktan sonra aralarındaki uzaklık iki katına çıkarılırsa, kürelerin birbirine uyguladığı elektriksel kuvvetin büyüklüğü $F_2$ oluyor.




**Buna göre, $\frac{F_1}{F_2}$ oranı kaçtır?**

A) 8 B) 4 C) $\frac{1}{2}$ D) $\frac{1}{4}$ E) $\frac{1}{8}$

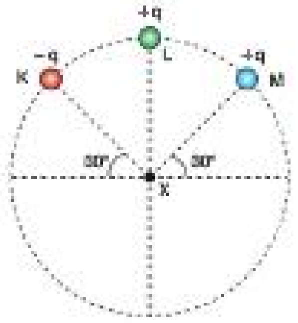
**2.** Aynı yatay düzleme konulan şekildeki $q_1$ ve $q_2$ yüklerinin + q yüküne uyguladıkları kuvvetlerin bileşkesi $\vec{F}$ dir.




**Buna göre, $\frac{q_1}{q_2}$ oranı kaçtır?**

A) 1 B) – 1 C) 4 D) – 4 E) – 2

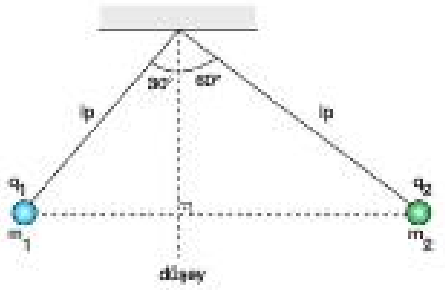
**3.** Sürtünmesi önemsiz yatay düzlemdeki çember üzerinde K, L ve M noktalarına – q, + q ve + q yüklü cisimler şekildeki gibi sabitlenmiştir.




**Çemberin merkezine yerleştirilen yüklü X cismini, K noktasındaki – q yüklü cisim F kuvveti ile çektiğine göre, X cismine etki eden bileşke kuvvetin büyüklüğü kaç F dir?**
($\cos 60° = 0,5$)

A) 1 B) 2 C) $2\sqrt{3}$ D) 3 E) 4

**4.** Kütleleri $m_1$, $m_2$ ve yükleri $q_1$, $q_2$ olan cisimler iplerle şekildeki gibi dengelenmiştir.

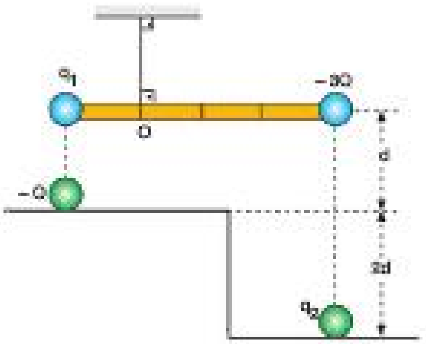



**Buna göre, cisimlerin kütlelerinin oranı, $\frac{m_1}{m_2}$ kaçtır?**
($\tan 30° = \frac{1}{\sqrt{3}}$; $\tan 60° = \sqrt{3}$)

A) $\frac{1}{2}$ B) 2 C) $\frac{1}{3}$ D) 3 E) 5

Fırat Yayınları

**5.** O noktasından bir iple asılı ağırlığı önemsiz eşit bölmeli türdeş çubuk, uçlarındaki $q_1$ ve $-3Q$ yüklü cisimlerin düşeylerindeki $-Q$ ve $q_2$ yükleriyle şekildeki gibi dengededir.

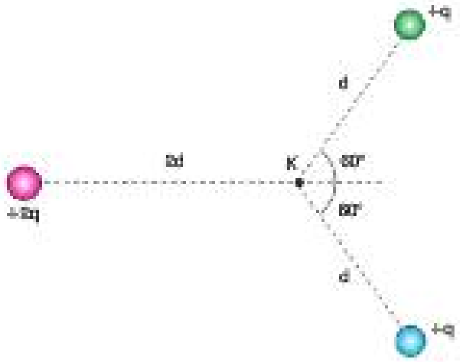



**Buna göre, $\frac{q_1}{q_2}$ oranı kaçtır?**

(Yüklü cisimlerin ağırlığı önemsizdir.)

A) 1  B) 2  C) 3  D) $\frac{1}{2}$  E) $\frac{1}{4}$

**7.** Aynı yatay düzleme $+q$, $+q$ ve $+2q$ yükleri şekildeki gibi yerleştiriliyor.



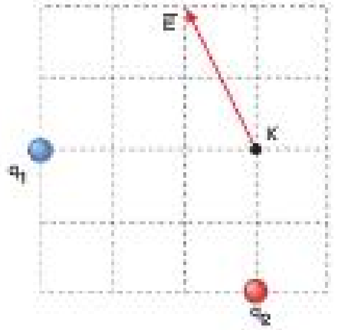

**Buna göre, K noktasındaki bileşke elektrik alanın şiddeti kaç $kq/d^2$ dir?**

($k$ : Coulomb sabiti, $\cos60° = 0,5$ , $\sin60° = \sqrt{3}/2$)

A) 0  B) $\frac{1}{4}$  C) $\frac{3}{2}$  D) $\frac{1}{2}$  E) 1

FT Yayınları

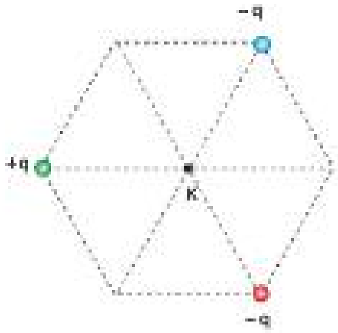
**6.** Şekildeki eşit bölmeli yatay düzlemde $q_1$ ve $q_2$ yüklerinin K noktasında oluşturduğu bileşke elektrik alan $\vec{E}$ dir.




**Buna göre, $\frac{q_1}{q_2}$ oranı kaçtır?**

A) $\frac{9}{8}$  B) $-\frac{9}{8}$  C) $\frac{3}{2}$  D) $-\frac{2}{3}$  E) $-\frac{9}{4}$

**8.** Şekildeki düzgün altıgenin köşelerindeki yüklerden $+q$ yükünün K noktasındaki elektrik alanının büyüklüğü E dir.

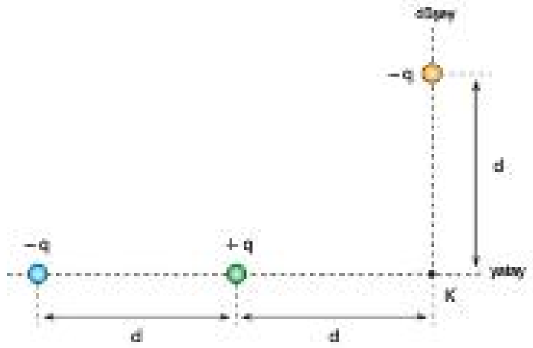



**Buna göre, K noktasındaki bileşke elektrik alanın büyüklüğü kaç E dir?**

A) 0  B) 1  C) 2  D) $\sqrt{3}$  E) 3

Test - 1  1-A  2-D  3-B  4-D  5-A  6-B  7-D  8-C

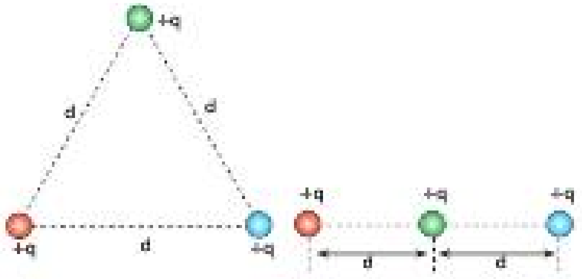
**1.** Elektrikle yüklü üç noktasal parçacıktan + q yüklü olanının K noktasında oluşturduğu elektriksel potansiyel V dir.




**Buna göre, bu yüklerin K noktasında oluşturduğu toplam elektriksel potansiyel kaç V dir?**

A) $-\frac{1}{2}$  B) − 1  C) 2  D) $\frac{3}{2}$  E) 3

**2.** Her birinin elektrik yükü +q olan üç noktasal cisimden oluşan sistemin elektriksel potansiyel enerjisi, Şekil - I de $U_1$, Şekil - II de $U_2$ dir.

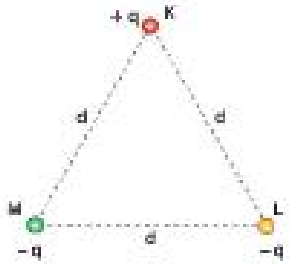



Şekil - I  Şekil - II

**Buna göre, $\frac{U_1}{U_2}$ oranı kaçtır?**

A) $\frac{2}{3}$  B) 1  C) $\frac{3}{4}$  D) $\frac{6}{5}$  E) 2

**3.** Elektrik yükleri şekildeki gibi olan K, L, M noktasal cisimleri bir eşkenar üçgenin köşelerinde şekildeki gibi tutuluyor.




**Buna göre, sistemin elektriksel potansiyel enerjisini artırmak için,**

I. K ile L nin yerini değiştirmek.

II. M yi yok etmek.

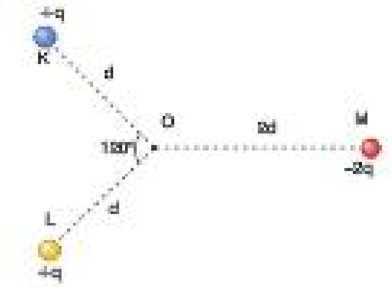
III. K yi yok etmek.

**işlemlerinden hangileri tek başına yapılabilir?**

A) Yalnız I  B) Yalnız II  C) Yalnız III  D) I ve III  E) II ve III

Fi̇rf Yayınları

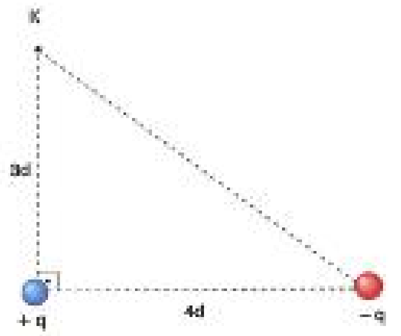
**4.** Elektrik yükleri sırasıyla + q, + q, − 2q olan K, L, M cisimleri şekildeki gibi yerleştirilmiştir.




**Buna göre, cisimlerin O noktasında oluşturdukları toplam elektriksel potansiyel kaç kq/d dir?**
(k: Coulomb sabiti)

A) 0  B) 1  C) 2  D) 3  E) 4

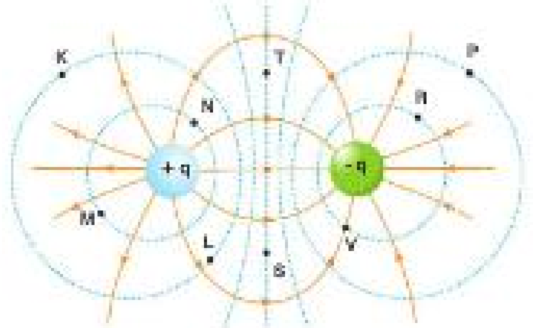
**5.** Bir dik üçgenin köşelerine – q ve + q elektrik yüklü cisimler şekildeki gibi yerleştirilmiştir. Üçgenin K noktasına sonsuzdaki + q yüklü bir cisim yerleştirilmek isteniyor.




**Buna göre, yapılması gereken iş en az kaç $kq^2/d$ dir?**

A) $\frac{2}{15}$  B) $\frac{1}{15}$  C) $\frac{3}{5}$  D) $\frac{4}{5}$  E) $\frac{3}{4}$

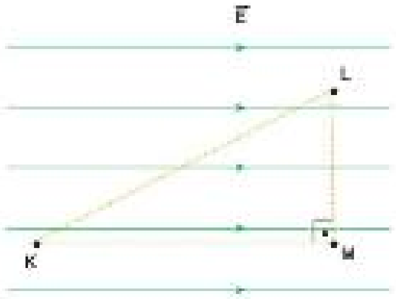
**6.** Yükleri + q ve – q olan noktasal iki cismin elektrik alan çizgileri ve bu çizgileri dik kesen yüzeyler şekildeki gibidir.




**Buna göre, bu yüzeylerde verilen noktalardan hangi ikisindeki elektrik potansiyelleri birbirine eşit olmaz?**

A) K ve L  B) T ve S  C) P ve R
D) M ve N  E) R ve V

**7.** Düzgün elektrik alan içerisinde bulunan şekildeki – q yükü; önce K noktasından L noktasına, sonra L noktasından M noktasına, sonra da M noktasından K noktasına götürülüyor.




**Buna göre, – q yükünün elektriksel potansiyel enerjisindeki değişim için ne söylenebilir?**

A) Önce artar, sonra değişmez, sonra da azalır.
B) Önce azalır, sonra değişmez, sonra da artar.
C) Önce artar, sonra azalır, sonra da artar.
D) Önce azalır, sonra artar, sonra da azalır.
E) Önce değişmez, sonra artar, sonra da azalır.

**8.** Elektrik yükleri + q olan iki noktasal cismin arasındaki uzaklık d iken sistemin elektriksel potansiyel enerjisi E dir.

**Buna göre, cisimler arasındaki uzaklığı $\frac{d}{2}$ yapmak için elektriksel kuvvetlere karşı yapılması gereken iş en az kaç E dir?**

A) 1  B) 2  C) 3  D) 4  E) $\frac{1}{2}$

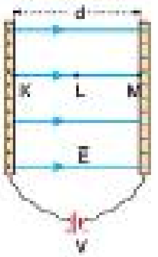
Fi̇f Yayınları

Test - 2  1-A  2-D  3-C  4-B  5-A  6-C  7-A  8-A

# DÜZGÜN ELEKTRİK ALAN

## YÜKLÜ PARALEL LEVHALAR ARASINDAKİ ELEKTRİK ALAN KUVVET ÇİZGİLERİ

Birbirine paralel levhalar bir üreteç yardımı ile yüklendiğinde, levhalar arasında şekildeki gibi düzgün bir elektrik alan oluşur.




- Elektrik alanın yönü (+) dan (–) ye doğrudur.
- Levhalar arasında oluşan düzgün elektrik alanın şiddeti (E), üretecin gerilimi (V) ile doğru orantılı, levhalar arasındaki uzaklık (d) ile ters orantılıdır.

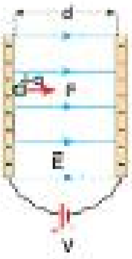
$$E = \frac{V}{d}$$

- Levhalar arasındaki elektrik alanın birimi volt/metre dir.
- Levhalar arasındaki her noktada, elektrik alan şiddeti birbirine eşittir. Şekildeki K, L ve M noktalarındaki elektrik alan şiddetleri birbirine eşittir.

$$E_K = E_L = E_M$$

## YÜKLÜ PARÇACIKLARIN DÜZGÜN ELEKTRİK ALANDAKİ DAVRANIŞI

Elektrik alandaki yüklü cisimlere elektriksel kuvvet etki eder.




- Şekildeki gibi düzgün elektrik alana konulmuş + q yüklü cisme etkiyen kuvvetin büyüklüğü; cismin yük miktarı ve elektrik alanın şiddeti ile doğru orantılıdır.

$$F = qE$$

- + yüklü cisimlere elektrik alan yönünde bir kuvvet etki ederken, – yüklü cisimlere elektrik alana ters yönde bir kuvvet etki eder.
- $E = \frac{V}{d}$ olduğundan, formülde yerine yazılırsa, $F = q.\frac{V}{d}$ olur.

- Yükü q, kütlesi m olan bir cismin paralel levhalar arasındaki ivmesi, $F_{net} = m.a$ formülünden bulunabilir.

$$F_{net} = m.a \Rightarrow q\frac{V}{d} = m.a \Rightarrow a = \frac{qV}{dm}$$

- Yükü q, kütlesi m olan bir cisme paralel levhalar arasında etki eden kuvvet, cismin üzerinde bir iş yapar.

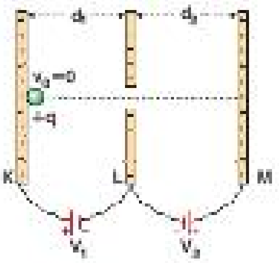
› Örneğin şekildeki + yüklü levhaya bitişik +q yüklü cisim ilk hızsız olarak serbest bırakıldığında, üzerine uygulanan kuvvet etkisiyle hızlanıp, d kadar uzaktaki – yüklü levhaya çarpar. Bu olayda yapılan iş aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$W = F.d \Rightarrow W = q.\frac{V}{d}.d \Rightarrow W = q.V$$

› Kuvvetin yaptığı bu iş cismin kinetik enerjisinde meydana gelen değişime de eşittir. Yüklü parçacık, levhalar arasındaki mesafenin tamamını katettiğinde kazanacağı kinetik enerji, $\Delta E_K = q.V$ dir.

Prf Yayınları

- Potansiyel farkları $V_1$ ve $V_2$ olan pillere bağlı şekildeki birleşik paralel levha düzeneğinde; K levhasından serbest bırakılan +q yüklü, L levhasına doğru hareket ederken cisim hızlanır. L levhasından M levhasına doğru giderken yavaşlar.




› Buna göre;

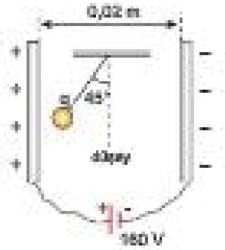
› $qV_1 > qV_2$ ise cisim M levhasına, $qV_1 - qV_2$ kinetik enerjisi ile çarpar.

› $qV_1 = qV_2$ ise, cisim M levhasına ulaştığında hızı sıfır olur.

› $qV_1 < qV_2$ ise, cisim M levhasına ulaşamaz.

## Örnek - 1

Düşey düzlemde birbirine paralel iki iletken levha 160 voltluk bir üretece şekildeki gibi bağlanmıştır.

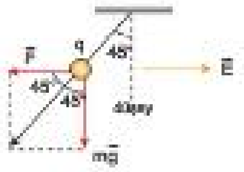



**0,4 kg kütleli yüklü parçacık şekildeki gibi dengede olduğuna göre, parçacığın yükü kaç C dur?**
($g = 10\ m/s^2$)

A) $-4.10^{-4}$ B) $-5.10^{-4}$ C) $2.10^{-3}$
D) $4.10^{-3}$ E) $4.10^{-2}$

## Çözüm

Yüklü levhalar arasındaki düzgün elektrik alan içinde bulunan cisme, şekildeki gibi $\vec{F}$ elektriksel kuvveti etkimektedir.




Bu kuvvet elektrik alana zıt yönde etkidiği için cisim − elektrik ile yüklü olmalıdır.

Yüklü cisme elektrik alandan dolayı etkiyen elektriksel kuvvetin büyüklüğü, $F = q.E = q.\frac{V}{d}$ formülü ile hesaplanır.

Buna göre;

$F = q.\frac{160}{0,02} = q.8000$ dur.

Elektriksel kuvvet ile cismin ağırlığının bileşkesi ip gerilme kuvvetini dengeler.

Bu kuvvet şekildeki gibi açıortay üzerinde olduğu için elektriksel kuvvet cismin ağırlığına eşit değerde oluşur. Buna göre;

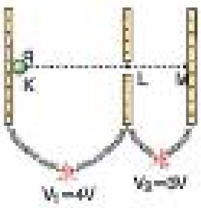
$F = mg \Rightarrow q.8000 = 0,4.10$

$q = -5.10^{-4}$ C bulunur.

Cevap B

## Örnek - 2

Birbirine paralel levhalar $V_1 = 4V$ ve $V_2 = 3V$ olan üreteçlere şekildeki gibi bağlanmıştır. K noktasından serbest bırakılan +q yüklü cismin L ve M noktalarındaki kinetik enerjisi $E_L$ ve $E_M$ oluyor.




**Buna göre, $\frac{E_L}{E_M}$ oranı kaçtır?**

A) 4 B) 3 C) 1 D) $\frac{1}{3}$ E) $\frac{1}{4}$

## Çözüm

KL arasında, $W = \Delta E_K \Rightarrow q.V_1 = \Delta E_K \Rightarrow q.4V = \Delta E_K$

Buna göre, cismin L deki kinetik enerjisi $E_L = 4qV$ dir.

LM arasında, $W = \Delta E_K \Rightarrow q.V_2 = \Delta E_K \Rightarrow q.3V = \Delta E_K$

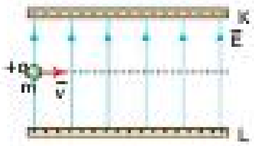
Buna göre, cismin M deki kinetik enerjisi $E_M = 4qV - 3qV = qV$ dir.

Buna göre, $\frac{E_L}{E_M} = 4$ bulunur.

Cevap A

## Örnek - 3

İletken K, L levhaları arasındaki E elektrik alanına, m kütleli +q yüklü bir parçacık şekildeki gibi v hızıyla giriyor.




**Parçacık doğrultusunu değiştirmeden hareket ettiğine göre, aşağıdaki ifadelerden hangisi E ye eşittir?** (g; yer çekimi ivmesi)

A) m.q B) $\frac{q}{m}$ C) $\frac{g}{q}$ D) $\frac{m.g}{q}$ E) $\frac{m.q}{g}$

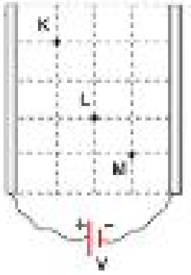
## Çözüm

Parçacık doğrultu değiştirmediğine göre, elektriksel kuvvetin büyüklüğü parçacığın ağırlığına eşittir.

$F = m.g \Rightarrow q.E = m.g \Rightarrow E = \frac{m.g}{q}$ olur.

Cevap D

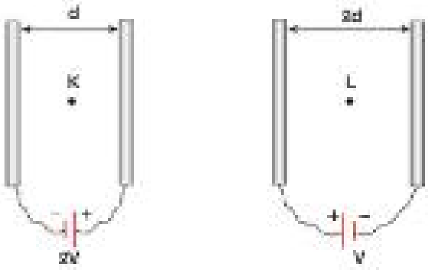
**1.** Şekildeki paralel levhalar bir üretece bağlanarak yüklenmiştir.




**Buna göre; levhalar arasında bulunan K, L, M noktalarındaki elektrik alan şiddetleri $E_K$, $E_L$, $E_M$ arasındaki ilişki nedir?** (Bölmeler eşit aralıklıdır.)

A) $E_K = E_L = E_M$
B) $E_K > E_L > E_M$
C) $E_L > E_K = E_M$
D) $E_M > E_K > E_L$
E) $E_L > E_M > E_K$

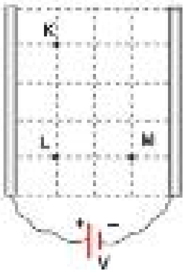
**2.** Aralarında 2d ve d uzaklık bulunan paralel iletken levhalar V, 2V potansiyel farkları ile yükleniyor.




**Levhalar arasındaki K ve L noktalarının elektrik alanlarının büyüklükleri $E_K$ ve $E_L$ olduğuna göre, $\frac{E_K}{E_L}$ oranı kaçtır?**

A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 5

**3.** Eşit bölmelendirilmiş düzleme yerleştirilmiş iletken paralel levhalar şekildeki gibi bir üretece bağlandığında K, L, M noktalarının elektrik potansiyelleri $V_K$, $V_L$, $V_M$ oluyor.

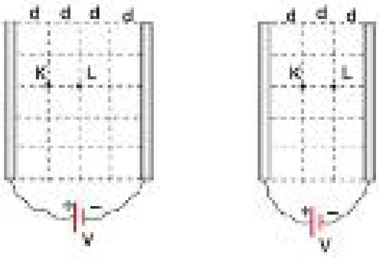



**Buna göre; $V_K$, $V_L$ ve $V_M$ arasındaki ilişki nedir?**

A) $V_K = V_L = V_M$
B) $V_K > V_L = V_M$
C) $V_L > V_K = V_M$
D) $V_K = V_L > V_M$
E) $V_K > V_L > V_M$

Yayınları

**4.** İletken paralel levhalar Şekil - I deki gibi bir üretece bağlanıp yüklendiklerinde levhalar arasındaki K ve L noktalarının elektrik potansiyeli $V_K$ ve $V_L$ olmaktadır.

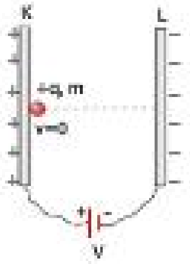



Şekil - I Şekil - II

**Levhalar arasındaki uzaklık azaltılıp Şekil - II deki gibi yapıldığına göre, $V_K$ ve $V_L$ için ne söylenebilir?**

| | $V_K$ | $V_L$ |
|---|---|---|
| A) | Artar | Artar |
| B) | Azalır | Artar |
| C) | Azalır | Azalır |
| D) | Artar | Azalır |
| E) | Değişmez | Değişmez |

**5.** Sürtünmesiz yatay düzlemde bulunan yüklü paralel K, L levhalarından K nin önüne + q yüklü m kütleli noktasal bir cisim serbest bırakılıyor.




**Buna göre, cisim ile ilgili,**

I. Cisme K den L ye doğru elektriksel kuvvet etkir.

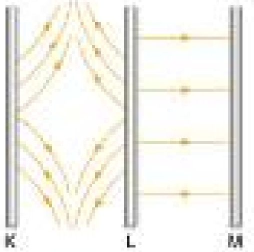
II. Cisim K den L ye doğru hareket ederken elektrisel kuvvet azalır.

III. Cisim K den L ye doğru hareket ederken elektriksel potansiyel enerjisi azalır.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) II ve III E) I ve III

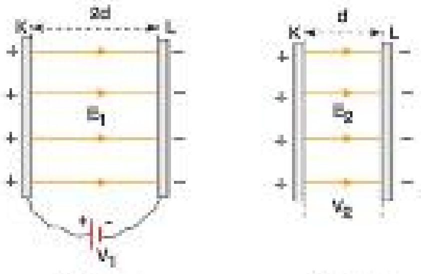
**6.** Elektrik yüklü iletken K, L, M paralel levhalarının arasındaki elektrik alan çizgilerinin görünümü şekildeki gibidir.




**Buna göre; K, L, M nin yük işaretleri nedir?**

| | K | L | M |
|---|---|---|---|
| A) | − | − | + |
| B) | − | + | − |
| C) | + | + | + |
| D) | + | + | − |
| E) | + | − | + |

**7.** K ve L iletken paralel levhaları $V_1$ potansiyel farklı bir üretece bağlandığında, yüklü levhalar arasındaki elektrik alan çizgileri Şekil - I deki gibi olurken düzgün elektrik alanın şiddeti $E_1$ dir. Üreteç çıkarılıp levhalar arasındaki uzaklık yarıya düşürülerek Şekil - II deki gibi konulduklarında ise oluşan düzgün elektrik alanın şiddeti $E_2$, levhalar arasındaki potansiyel fark $V_2$ dir.




Şekil - I Şekil - II

**Buna göre; $E_1$, $E_2$ ve $V_1$, $V_2$ arasındaki ilişki aşağıdakilerden hangisidir?**

A) $E_1 = E_2$ ; $V_1 = V_2$

B) $E_1 = E_2$ ; $V_1 < V_2$

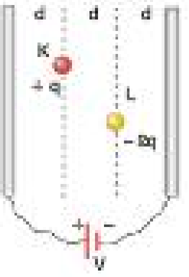
C) $E_1 = E_2$ ; $V_1 > V_2$

D) $E_2 > E_1$ ; $V_2 > V_1$

E) $E_2 > E_1$ ; $V_1 = V_2$

Fi Yayınları

**8.** Şekildeki yüklü paralel levhalar arasındaki K noktasına + q yüklü cisim, L noktasına ise − 2q yüklü cisim konulup serbest bırakılıyor.

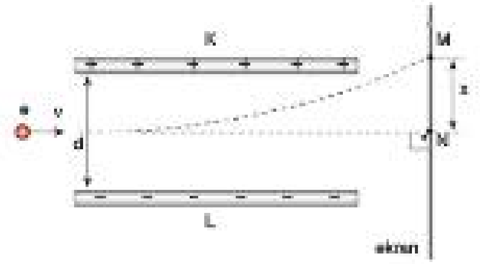



**Buna göre; yüklü cisimlere uygulanan elektriksel kuvvetlerin büyüklüklerinin oranı, $\frac{F_K}{F_L}$ kaçtır?**

A) 3 B) 2 C) 1 D) $\frac{2}{3}$ E) $\frac{1}{2}$

Test - 3 1-A 2-D 3-D 4-C 5-E 6-D 7-C 8-E

**1.** Düşey kesiti şekildeki gibi olan düzenekte v hızı ile fırlatılan elektron, elektrik alanı E olan yüklü levhalar arasından x kadar saparak M noktasına çarpıyor.




**Buna göre,**

I. Elektronun v hızını artırmak.

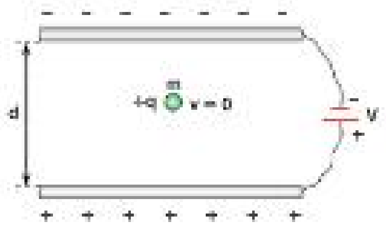
II. Levhaların gerilimini artırmak.

III. Levhaların uzunluğunu artırmak

**işlemlerden hangileri tek başına yapılırsa x uzaklığı artar?**
(Sürtünmeler ve yer çekimi önemsenmiyor.)

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) II ve III E) I, II ve III

**2.** Düşey düzlemdeki paralel levhalar arasında m kütleli, + q yüklü cisim şekildeki gibi dengededir. Levhaların V potansiyel farkı dört katına çıkarılıp, aralarındaki d uzaklığı dörtte birine indiriliyor.

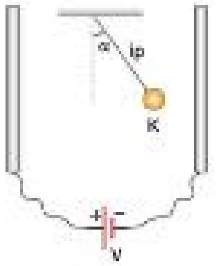



**Buna göre, cismin ivmesi kaç g olur?**
(g, yer çekimi ivmesi, sürtünmeler önemsiz.)

A) 1 B) 5 C) 10 D) 15 E) 16

Fırf Yayınları

**3.** Elektrikle yüklü K küresi paralel levhalar arasına ipek iplikle asıldığında, düşeyle α açısı yaparak şekildeki konumda dengede kalıyor.




**Buna göre,**

I. Levhalar arasındaki uzaklık artırılırsa, α artar.

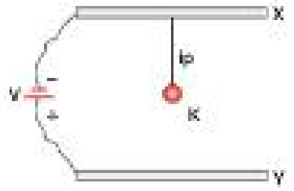
II. Üretecin gerilimi azaltılırsa, α azalır.

III. K nin yük miktarı artırılırsa, α azalır.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) II ve III

**4.** Düşey düzlemdeki XY paralel levhalarından X e yalıtkan iplikle bağlı olan pozitif elektrikle yüklü K küresi şekildeki gibi dengedeyken ipte bir gerilme kuvveti oluşuyor.




**Buna göre,**

I. İpin boyunu artırarak K yı Y levhasına yaklaştırmak.

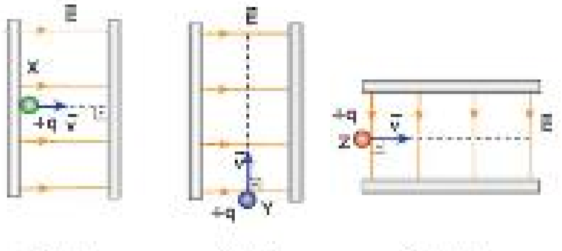
II. K nin yük miktarını artırmak.

III. Üretecin V gerilimini azaltmak.

**işlemlerinden hangileri tek başına yapılırsa ip gerilmesi artar?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) II ve III

**5.** Sürtünmesiz yatay düzlemde bulunan yüklü paralel levhaların arasındaki düzgün elektrik alan içine + q yüklü X, Y, Z cisimleri $\vec{v}$ hızları ile Şekil - I, Şekil - II ve Şekil - III teki gibi fırlatılıyorlar.

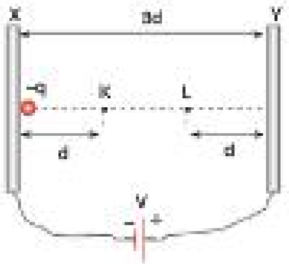



Şekil - I Şekil - II Şekil - III

**Buna göre, X, Y ve Z cisimlerinden hangileri hareket doğrultusundan sapar?**

A) Yalnız Y B) Yalnız Z C) Y ve Z
D) X ve Z E) X, Y ve Z

**7.** V potansiyel farkı ile yüklü X, Y paralel levhalarıyla kurulan düzenekte, − q yüklü cisim şekildeki konumdan bırakıldığında K den $E_K$, L den $E_L$ kinetik enerjisiyle geçiyor.

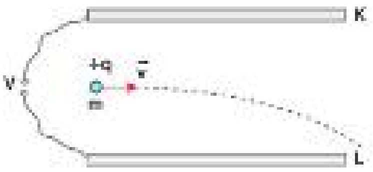



**Buna göre, $\frac{E_K}{E_L}$ oranı kaçtır?**

(Sürtünmeler ve yer çekimi önemsenmiyor.)

A) $\frac{1}{2}$ B) $\frac{1}{3}$ C) $\frac{1}{4}$ D) 2 E) 3

**6.** +q yüklü bir tanecik, düşey düzleme yerleştirilmiş yüklü paralel levhalar arasında $\vec{v}$ hızıyla fırlatıldığında kesikli çizgilerle gösterilen şekildeki yolu izliyor.




**Buna göre,**

I. K levhası (+), L levhası (–) yüklüdür.

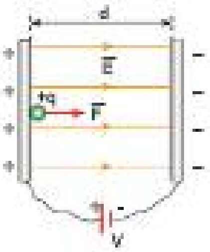
II. K levhası (–), L levhası (+) yüklüdür.

III. Taneciğe etki eden elektriksel kuvvet, taneciğin ağırlığından büyüktür.

**yargılarından hangileri doğru olabilir?**
(g, yer çekimi ivmesi)

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) I, II ve III

**8.**




**Yatay ve sürtünmesiz düzlemde bulunan şekildeki levhalar arasındaki d uzaklığı artırılırsa,**

I. Levhalar arasındaki potansiyel fark azalır.

II. Levhalar arasındaki elektrik alan azalır.

III. + q yüküne etkiyen kuvvet azalır.

IV. + q yükünün (–) yüklü levhaya çarpma hızı azalır.

**yargılarından hangileri doğru olur?**

A) I ve II B) I, II, III ve IV
C) II, III ve IV D) II ve III
E) I, II ve III

Test - 4 1-D 2-D 3-B 4-C 5-C 6-E 7-A 8-D

## SIĞA (KAPASİTE)

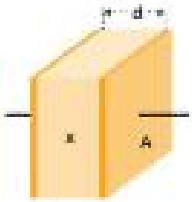
Bir elektrik devresinde, yük biriktirerek elektrik enerjisi depolayan devre elemanına **sığaç** (kondansatör) denir.

- Sığaçlar elektrik devrelerinde, aşağıdaki gibi gösterilirler.

- Sığaç birbirine paralel iki iletken levhadan oluşur. Doğru akım kaynağına bağlandığında paralel levhalar eşit miktarda fakat zıt cins yükle yüklenirler.
- Bir sığacın belirli bir potansiyel fark altında biriktirebildiği yük miktarını gösteren bir sabiti vardır. Bu sabite **sığa** (kapasite) denir. C harfi ile gösterilir. Birimi farad (F) tır.

## SIĞANIN BAĞLI OLDUĞU DEĞİŞKENLER

Bir sığaç, şekildeki gibi birbirine paralel olarak yerleştirilmiş iki iletken levha (armatür) ve aralarına konulan yalıtkan bir malzemeden oluşur.

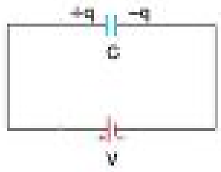



- Sığacın paralel levhalarının her birinin yüzey alanı A, paralel levhalar arası uzaklık d, paralel levhalar arasındaki yalıtkan malzemenin dielektrik (yalıtkanlık) katsayısı ε olarak alınırsa, bir sığacın sığası aşağıdaki formülle bulunur.

$$C = \varepsilon \frac{A}{d}$$

## BİR SIĞAÇTA YÜK VE GERİLİM İLİŞKİSİ

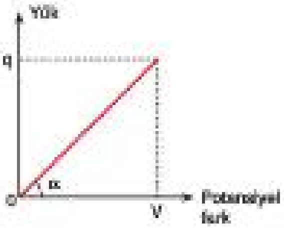
Sığası C olan bir sığaç şekildeki gibi V potansiyel fark altında yüklendiğinde üretecin (–) kutbuna bağlı levha –q kadar yükle yüklenmişse, (+) kutbuna bağlı levha +q kadar yükle yüklenir. Sığacın toplam yükü ise levhalarından herhangi bir tanesinin taşıdığı yük miktarı kadardır.




- Sığası C olan bir sığaç V gerilimi altında yüklendiğinde, sığaçta biriken q yükü aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$q = V \cdot C$$

- Sığacın yüklenmesi sırasında, yük miktarı ile doğru orantılı olarak levhalar arasındaki gerilim de artar. Bir sığacın yük - potansiyel fark grafiği şekildeki gibidir.

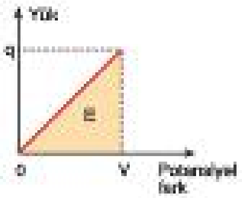



› Yük - potansiyel fark grafiğinde eğim sığayı verir.

$$\text{Eğim} = \tan\alpha = \frac{q}{V} = C$$

## SIĞAÇLARDA DEPOLANAN ENERJİ

V potansiyel farkı altında q yükü ile yüklenen ve sığası C olan bir sığacın yük-potansiyel fark grafiğinin altında kalan alan sığaçta depolanan enerjiyi yani bu yükü depolamak için yapılan işi verir.




- Şekildeki gibi grafiğin altında kalan alan hesaplanırsa, sığaçta depolanan enerji aşağıdaki formülle bulunur.

$$E = \frac{1}{2} qV$$

› q = V.C formülünden faydalanarak, enerji formülü aşağıdaki gibi de kullanılabilir.

$$E = \frac{1}{2} CV^2 \quad \text{ya da} \quad E = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C}$$

**Bilgi**

Sığaç, hızlı bir şekilde yük depo eden ve bağlandığı devreye ani yük akışı sağlayabilen bir devre elemanıdır.

Bu özelliği nedeniyle, fotoğraf makinelerinde flaş ışığı için gerekli enerji sığaç sayesinde sağlanır. Hoparlörün yapısında, bazı bilgisayar klavyelerinde her bir tuş altında sığaçlar bulunur. Radyoların frekans ayarlarında da sığaçlar kullanılmaktadır.

Sığaçların kullanıldığı önemli aletlerden birisi de elektroşok cihazlarıdır. Yüklenmiş bir elektroşok cihazı, sahip olduğu enerjiyi çok kısa sürede hastaya aktararak kalpteki kasılmayı durdurmayı ve kalbin tekrar atmasını sağlamayı amaçlar.

Fi̇f Yayınları

## Örnek - 1

Sığası C olan bir düzlem sığacın levhaları arasındaki uzaklık iki katına çıkarılıp, yüzey alanı yarıya indiriliyor.

**Buna göre, sığacın yeni sığa değeri kaç C olur?**

A) $\frac{1}{4}$ B) $\frac{1}{2}$ C) 1 D) 2 E) 4

## Çözüm

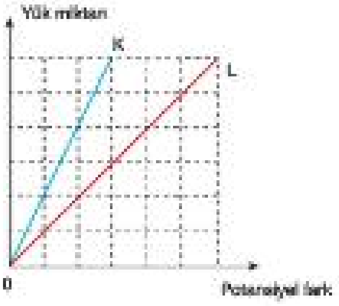
$C = \varepsilon\frac{A}{d}$ olduğundan, $C' = \varepsilon\frac{A/2}{2d} = \varepsilon\frac{A}{4d}$

$C' = \frac{C}{4}$ olur.

Cevap A

## Örnek - 2

K ve L sığaçlarının yük miktarı-potansiyel fark grafiği şekildeki gibidir.




**Buna göre; K ve L sığaçlarının sığaları oranı, $\frac{C_K}{C_L}$ kaçtır?**

A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) $\frac{1}{2}$

## Çözüm

Yük potansiyel fark grafiğinin eğimi sığayı verir. Buna göre,

K sığacı için, eğim = $C_K = \frac{6}{3} = 2C$ denilirse,

L sığacı için, eğim = $C_L = \frac{6}{6} = C$ olur.

Buna göre, $\frac{C_K}{C_L} = 2$ dir.

Cevap B

## Örnek - 3

Sığası C olan paralel iletken iki levha bir üretece bağlı iken biriken yük miktarı $q_1$, sığası 4C olan paralel iletken iki levha aynı üretece bağlandığında biriken yük miktarı $q_2$ oluyor.

**Buna göre, $\frac{q_1}{q_2}$ oranı kaçtır?**

A) 4 B) 2 C) 1 D) $\frac{1}{2}$ E) $\frac{1}{4}$

## Çözüm

$C = \frac{q}{V}$ formülünden, $q = C.V$ olur.

Buna göre sığaçların bağlandığı üretecin gerilimine V denilirse;

$q_1 = C.V$, $q_2 = 4C.V$ olur.

Buradan da,

$\frac{q_1}{q_2} = \frac{C.V}{4C.V}$

$\frac{q_1}{q_2} = \frac{1}{4}$ bulunur.

Cevap E

Yayınları

## Örnek - 4

Doğru akım kaynağına bağlanan bir sığacın sığası C, biriken yük q, depolanan enerji E, üzerindeki gerilim V oluyor.

**Başka bir değişiklik yapılmadan yalnız sığacın levhaları arasındaki yalıtkan madde çıkarılarak yerine daha yalıtkan bir madde konulursa; C, q, E, V değerlerinden hangileri artar?**

A) Yalnız C B) C ve q C) C, q ve E D) q, E ve V E) C, q, E ve V

## Çözüm

$C = \varepsilon\frac{A}{d}$ olduğundan, $\varepsilon$ artarsa, C artar.

Üretecin gerilimi sabit olduğundan V değişmez.

Buna göre, q = V.C formülünden, C arttığı için, q artar.

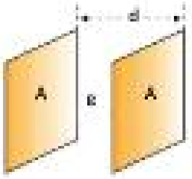
Enerji, $E = \frac{1}{2}qV$ formülünden bulunur.

V sabitken q arttığına göre, E de artar.

Buna göre; C, q ve E değerleri artar.

Cevap C

**1.** Levhalarının yüzey alanı A ve aralarındaki uzaklık d olan şekildeki levha sığaçta yalıtkan madde olarak dielektrik katsayısı ε olan bir malzeme kullanılıyor.




**Buna göre,**

I. d yi azaltmak

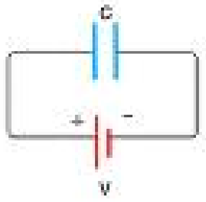
II. ε yi artırmak

III. A yı azaltmak

**işlemlerinden hangileri tek başına yapılırsa sığacın sığası artar?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I, II ve III

**2.** Sığası C olan levha sığaç şekildeki gibi bir üretece bağlanarak yüklenmiştir.




**Buna göre, sığacın sığası,**

I. Levhalarının alanı

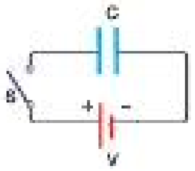
II. Levhalarının arasındaki uzaklık

III. Üretecin potansiyel farkı

**niceliklerinden hagisinin değişmesinden etkilenmez?**

A) I ve II B) I ve III C) II ve III
D) Yalnız I E) Yalnız III

**3.** Sığası C olan bir yüksüz sığaç, üreteç ve S anahtarı ile kurulmuş devre şekildeki gibidir.




**Buna göre; S anahtarı kapatıldığında sığaç ile ilgili,**

I. Sığaç yük depolamaya başlar ve bir süre sonra yük değeri C.V değerine ulaşınca sabit kalır.

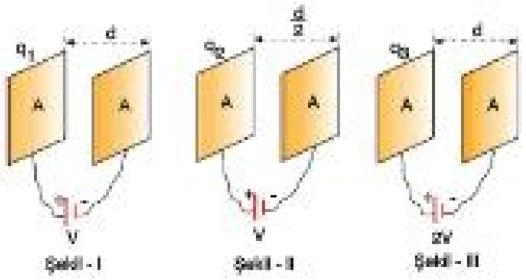
II. Sığacın iki ucu arasındaki potansiyel fark artar ve V değerine ulaşınca sabit kalır.

III. Sığaç yüklendikçe enerji depolar.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III

**4.** Özdeş iletken levhalar ile yapılan levha sığaçlar Şekil - I, Şekil - II ve Şekil - III teki üreteçlere bağlanıp yüklendiklerinde $q_1$, $q_2$, $q_3$ kadar yük depoluyorlar.




**Buna göre; $q_1$, $q_2$, $q_3$ arasındaki ilişki nedir?**
(Levhalar arası boşluktur.)

A) $q_1 > q_2 > q_3$ B) $q_2 > q_1 = q_3$
C) $q_1 > q_2 = q_3$ D) $q_2 = q_3 > q_1$
E) $q_3 > q_2 > q_1$

Fırf Yayınları

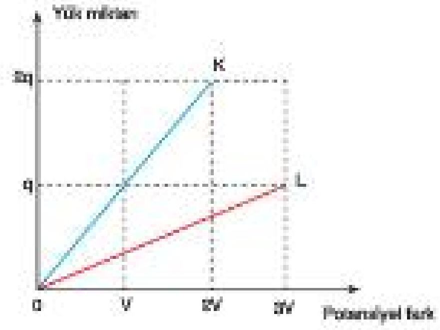
**5.** Eşit alanlı iletken levhalardan yapılan K, L, M, N, P sığaçlarının levhaları arasındaki uzaklık ve levhaları arasındaki maddenin dielektrik katsayısı değerleri tablodaki gibidir.

| Sığaç | Levhalar arası uzaklık | Dielektrik katsayısı |
|---|---|---|
| K | d | 2ε |
| L | 3d | ε |
| M | 2d | 2ε |
| N | 4d | 4ε |
| P | 2d | 3ε |

**Buna göre, sığaçlar ayrı ayrı aynı üretece bağlanıp yüklendiklerinde hangi sığacın depoladığı yük en azdır?**

A) K B) L C) M D) N E) P

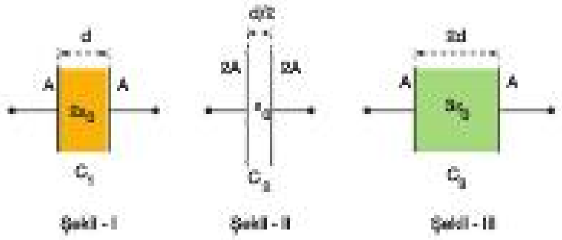
**6.** K ve L sığaçlarının yük miktarı-potansiyel fark grafiği şekildeki gibidir.




**Buna göre; K ve L sığaçlarının sığaları oranı, $\frac{C_K}{C_L}$ kaçtır?**

A) 3 B) 2 C) $\frac{3}{2}$ D) $\frac{2}{3}$ E) $\frac{1}{2}$

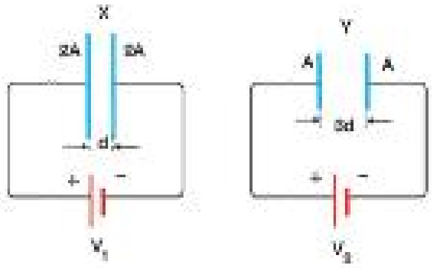
**7.** Levha alanları, levhalar arasındaki uzaklıklar ve levhalar arasındaki yalıtkan maddelerin dielektrik katsayıları verilen sığaçlar Şekil-I, Şekil-II ve Şekil-III teki gibidir.




**Buna göre, sığaçların sığaları $C_1$, $C_2$, $C_3$ arasındaki ilişki nedir?**

A) $C_1 = C_2 = C_3$ B) $C_1 = C_2 > C_3$
C) $C_2 > C_3 > C_1$ D) $C_2 > C_1 > C_3$
E) $C_3 > C_2 > C_1$

**8.** Levhaları arasında aynı yalıtkan maddelerin kullanıldığı X ve Y levha sığaçları ile şekildeki devreler kurulmuştur.

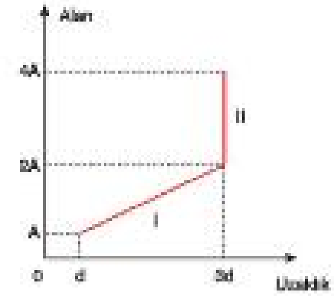



**Sığaçların depoladığı yük miktarları birbirine eşit olduğuna göre, üreteçlerin gerilimleri oranı, $\frac{V_1}{V_2}$ kaçtır?**

A) $\frac{1}{12}$ B) $\frac{1}{6}$ C) $\frac{1}{3}$ D) $\frac{2}{3}$ E) $\frac{4}{3}$

Test - 5 1-D 2-E 3-E 4-D 5-B 6-A 7-D 8-B

1. Şekildeki grafikte bir sığacın levhalarının yüzey alanı ile levhaların arasındaki uzaklığın değişim grafiği verilmiştir.




**Buna göre, grafiğin I ve II nolu bölümlerinde sığacın sığası nasıl değişir?**
(Sığacın levhaları arası boşluktur.)

| | I | II |
|---|---|---|
| A) | Artar | Azalır |
| B) | Azalır | Değişmez |
| C) | Azalır | Artar |
| D) | Artar | Değişmez |
| E) | Değişmez | Artar |

2.

**Sığaçlarla ilgili,**

I. Depo edilen enerjinin anlık olarak hızlı bir şekilde kullanılması amacıyla tasarlanır.

II. Kısa sürede şarj edilebilir.

III. Pozitif ve negatif elektrostatik yüklerin ayrışmasıyla enerji depo edilir.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve III
D) I ve II E) I, II ve III

Fırf Yayınları

3.

**Günlük yaşamda sığaçların kullanım alanları ile ilgili,**

I. Radyo alıcılarının frekans ayarlarında,

II. Bilgisayar klavyesi tuşlarının altında,

III. Tıpta kullanılan elektroşok cihazlarında,

IV. Hoparlörlerde,

V. Fotoğraf makinesi flaşlarında,

**yukarıdakilerden kaç tanesi örnek olarak verilebilir?**

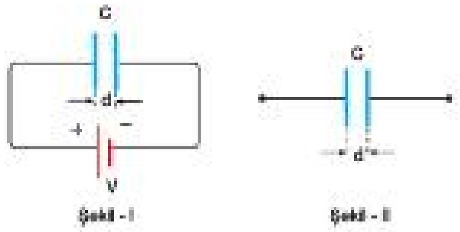
A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 5

4.

**Sığaçların günlük hayatta kullanıldıkları yerlere örnek olarak, aşağıdakilerden hangisi verilemez?**

A) Elektroşok cihazı
B) Kalp pili
C) Fotoğraf makinesi flaşı
D) Hoparlör
E) Elektromıknatıs

**5.** Sığası C olan levha sığaç, Şekil - I deki gibi bir üretece bağlanıp yükleniyor ve daha sonra üreteçten çıkarılıyor.




**Buna göre, Şekil - II deki gibi sığacın levhaları arasındaki d uzaklığı artırıldığında aşağıdakilerden hangisi <u>yanlıştır</u>?**

A) Sığacın yük miktarı değişmez.

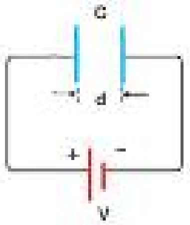
B) Levhaları arasındaki düzgün elektrik alanın şiddeti değişmez.

C) Levhaların arasındaki potansiyel fark artar.

D) Sığacın depoladığı elektriksel potansiyel enerji azalır.

E) Sığacın sığası azalır.

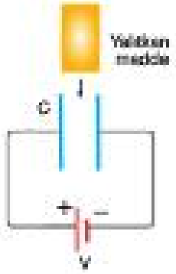
**6.** Sığası C olan levha sığaç ile kurulmuş şekildeki devrede sığaç q kadar yük depolamıştır.




**Buna göre; sığacın levhaları arasındaki d uzaklığı azaltıldığında C ve q için ne söylenebilir?**

| | C | q |
|---|---|---|
| A) | Artar | Artar |
| B) | Artar | Değişmez |
| C) | Azalır | Azalır |
| D) | Değişmez | Değişmez |
| E) | Değişmez | Artar |

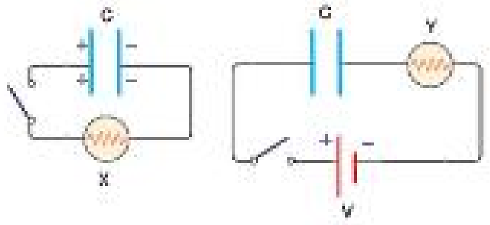
**7.** Levhaları arasında boşluk bulunan C sığalı levha sığaç, şekildeki gibi bir üretece bağlandığında U kadar enerji depolamıştır.




**Buna göre, sığacın levhaları arasına yalıtkan bir madde konulduğunda C ve U için ne söylenebilir?**

| | C | U |
|---|---|---|
| A) | Artar | Değişmez |
| B) | Artar | Artar |
| C) | Artar | Azalır |
| D) | Azalır | Azalır |
| E) | Değişmez | Değişmez |

**8.** X lambası yüklü sığaca, Y lambası ise yüksüz sığaca şekildeki gibi bağlanıp anahtarlar kapatılıyor.




**Buna göre; X ve Y lambalarının yanması ile ilgili aşağıdakilerden hangisi doğrudur?**

A) İkisi de sürekli yanar.

B) İkisi de yanmaz.

C) X yanmaz, Y önce yanar sonra söner.

D) Y yanmaz, X önce yanar sonra söner.

E) İkisi de önce yanar sonra söner.

| Test - 6 | 1-C | 2-E | 3-E | 4-E | 5-D | 6-A | 7-B | 8-E |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

# MANYETİK ALAN VE ELEKTROMANYETİK İNDÜKLENME

## MANYETİK ALAN

### Düz Bir Telden Geçen Akımın Oluşturduğu Manyetik Alan

19. yüzyılda Orsted, elektrik akımının manyetik alan oluşturduğunu keşfetmiştir. Orsted'e göre akım geçen düz telin çevresinde manyetik alan çizgileri oluşur.

- Manyetik alan $\vec{B}$ harfi ile gösterilir. Vektörel bir büyüklük olup, birimi tesla dır.

- Şekildeki gibi telden d kadar uzaklıktaki bir noktada manyetik alanın büyüklüğü aşağıdaki formülle bulunur.

$$B = K\frac{2i}{d}$$

  - Formüldeki K sabiti; manyetik alan sabiti olup, bulunulan ortama göre değişir. Boşluk için değeri $10^{-7}$ tesla.metre/amper dir.

- Düz telin etrafında oluşan manyetik alanın yönü sağ el kuralı ile bulunur. Bu kurala göre, sağ elin baş parmağı akım yönünü gösterecek biçimde, şekildeki gibi tel avuç içine alındığında, tel çevresinde bükülen parmaklar manyetik alanın yönünü gösterir.
- Manyetik alan vektörü olan $\vec{B}$, çembere sürekli teğettir.
- Aynı noktada meydana gelen birden fazla manyetik alan şiddeti vektörel toplama yapılarak bulunur.

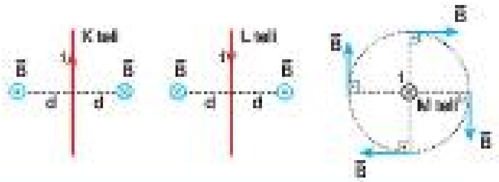
**Not**

Fizikte bazı vektörel büyüklükler üç boyutlu gösterimlerle anlatılırlar. Bunun için kullanılan bazı semboller aşağıdaki gibidir.

⊗ : Sayfa düzlemine dik ve içeri doğru olan yönü gösterir.

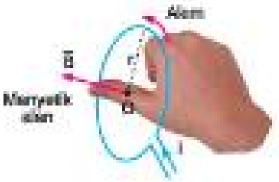
⊙ : Sayfa düzlemine dik ve dışarı doğru olan yönü gösterir.

Buna göre; üzerlerinden i akımı geçen K, L, M tellerinin çevresinde oluşan manyetik alan vektörleri şekildeki gibi gösterilir.




### Üzerinden Akım Geçen Halkanın Oluşturduğu Manyetik Alan

Çember biçiminde bükülmüş iletken halkadan i akımı geçtiğinde telin çevresinde ve merkezinde manyetik alan oluşur.



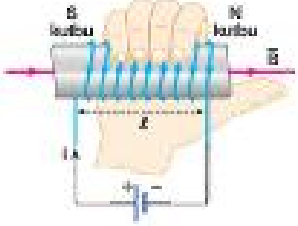

- Şekildeki gibi çemberin yarıçapı r, üzerinden geçen akımın şiddeti i olmak üzere, çember merkezinde oluşan manyetik alanın büyüklüğü aşağıdaki formülle bulunur.

$$B = K\frac{2\pi i}{r}$$

- Halka merkezindeki manyetik alanın yönü sağ el kuralı ile bulunur. Bu kurala göre, sağ el avuç içi halka merkezine bakacak ve dört parmak akım yönünü gösterecek biçimde halka kavrandığında açılan baş parmak manyetik alanın yönünü gösterir.
- Yarım çemberden geçen akımın çemberin merkezinde oluşturduğu manyetik alanın büyüklüğü, $B = \frac{1}{2}\cdot\frac{K.2\pi i}{r}$ dir.
- Çeyrek çemberden geçen akımın çemberin merkezinde oluşturduğu manyetik alanın büyüklüğü, $B = \frac{1}{4}\cdot\frac{K.2\pi i}{r}$ dir.

### Akım Makarasının (Bobin) İçinde Oluşan Manyetik Alan

Üzerinden akım geçen ℓ uzunluğundaki N sarımlı selenoid içinde ve etrafında manyetik alan oluşturur.




- Şekildeki N sarımlı ve sarım yapılan bölümünün uzunluğu ℓ olan selenoidin üzerinden i akımı geçirilirse, selenoidin merkez doğrultusunda oluşan manyetik alanın büyüklüğü aşağıdaki formülle bulunur.

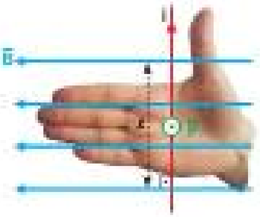
$$B = K\frac{4\pi Ni}{\ell}$$

- Selenoidin içindeki manyetik alanın yönü sağ el kuralı ile bulunur. Bu kurala göre, sağ elin dört parmağı akım yönünü gösterecek şekilde makara avuç içine alınırsa, açılan baş parmak manyetik alanın yönünü gösterir.
- Üzerinden akım geçen selenoid **elektromıknatısa** dönüşür. $\vec{B}$ nin çıktığı uç, mıknatısın N kutbu, diğer uç da S kutbu gibi davranır.

# MANYETİK KUVVET

## Üzerinden Akım Geçen Bir Tele Manyetik Alanda Etki Eden Kuvvet

Manyetik alana yerleştirilen telden akım geçerse tele bir kuvvet etki eder. Bu kuvvet her zaman manyetik alana ve telden geçen akıma diktir.



- $\vec{B}$ manyetik alan içinde bulunan ve üzerinden i akımı geçen şekildeki tele etki eden kuvvetin büyüklüğü aşağıdaki formülle bulunur. $\ell$ telin manyetik alanı içinde kalan uzunluğudur.

$$F = B.i.\ell$$

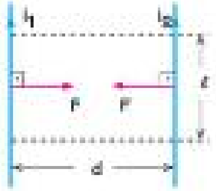
- Manyetik alan içerisindeki akım geçen tele etkiyen kuvvetin yönü sağ el kuralı ile bulunur. Bu kurala göre, sağ elin baş parmağı akımın yönünü, işaret parmağı da manyetik alanın yönünü gösterecek şekilde birbirine dik olarak açılırsa, bunların oluşturduğu düzleme dik olarak avuç içinden dik çıkan vektör kuvvetin yönünü gösterir.
- Eğer $\vec{B}$ manyetik alanı tele dik değilse, manyetik kuvveti bulmak için telin manyetik alana dik bileşeni alınır. Bu durumda tele etkiyen manyetik kuvvetin büyüklüğü, $F = B.i.\ell.\sin\alpha$ olur.

  › Tel manyetik alana paralel ise bu durumda tele kuvvet etki etmez.

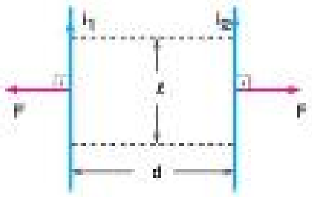
- Üzerinden $i_K$ ve $i_L$ akımları geçen, d kadar uzaklıkta yerleştirilmiş şekildeki K ve L telleri, birbirlerinin $\ell$ boyundaki kısımlarına eşit büyüklükte manyetik kuvvetler uygular. Bu kuvvetlerin büyüklüğü birbirine eşit ve zıt yönlü olup aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$F = K\frac{2i_K i_L.\ell}{d}$$

  › Paralel tellerden aynı yönlü akım geçerse, teller birbirini çeker.

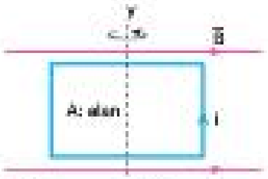


  › Paralel tellerden zıt yönlü akım geçerse, teller birbirini iter.



## Manyetik Alan İçerisindeki Akım Geçen Tel Çerçeveye Etkiyen Tork

Manyetik alan içindeki iletken tel çerçeveden şekilde gösterildiği gibi i şiddetinde elektrik akımı geçtiğinde, çerçeveye gösterilen yönde dönmeye başlar.

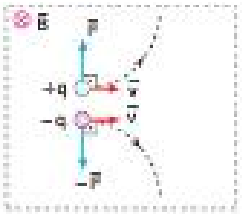


- $\vec{B}$ manyetik alanındaki, yüzey alanı A olan tel çerçeveden i elektrik akımı geçirilirse, tele etkiyen toplam torkun büyüklüğü aşağıdaki formülle bulunur.

$$\tau = B.i.A$$

## Manyetik Alan İçinde Hareket Eden Yüklü Parçacıklara Etki Eden Kuvvet

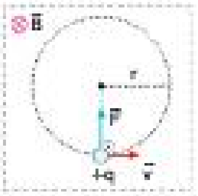
Manyetik alana dik bir hız bileşeni ile giren yüklü parçacıklara bir kuvvet etki eder.



- Yükü +q olan bir parçacık $\vec{B}$ manyetik alanına $\vec{v}$ hızı ile şekildeki gibi dik olarak girerse, parçacığa etki eden manyetik kuvvetin büyüklüğü aşağıdaki formülle bulunur.

$$F = q.v.B$$

- Manyetik alandaki yüklü parçacığa uygulanan manyetik kuvvetin yönü sağ el kuralı ile bulunur. Bu kurala göre, sağ elin baş parmağı hız vektörünün yönünü, dört parmak manyetik alanın yönünü gösterirken, avuç içi pozitif yüklü parçacığa etki eden kuvvetin yönünü, avuç dışı negatif yüklü parçacığa etki eden kuvvetinin yönünü gösterir.
- Manyetik kuvvet, daima v hızına dik olduğundan, q yüklü ve m kütleli tanecik, B manyetik alanın içinde, şekildeki gibi r yarıçaplı düzgün çembersel hareket yapar.



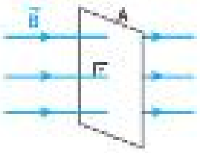
  › r aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$r = \frac{mv}{qB}$$

# MANYETİK İNDÜKSİYON

## Manyetik Akı

Alanı A olan bir tel çerçeveden geçen manyetik alan çizgi sayısına manyetik akı denir. Φ ile gösterilir. Manyetik alanın birimi tesla, yüzey alanının birimi $m^2$ alınırsa, manyetik akının birimi weber olur.




- Manyetik alan şiddeti B, yüzey alanı A ise, manyetik akı aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$\Phi = B.A$$

  - Manyetik alan çizgileri yüzey normali ile α açısı yapıyorsa, $\Phi = B.A\cos\alpha$ dır.

## İndüksiyon Elektromotor Kuvveti (Faraday Yasası)

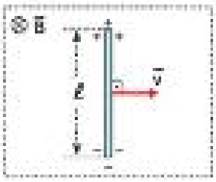
Faraday, manyetik akı değişimlerinin iletkende elektrik alan meydana getirdiğini söylemiştir. Buna göre, iletken telden yapılmış bir çerçeveden geçen manyetik akıda değişim olduğunda, çerçeveden bir akım geçtiği gözlenir. İletken çerçevede oluşan bu akıma **indüksiyon akımı**, bu akımı oluşturan elektromotor kuvvetine **indüksiyon emk**'sı, manyetik akı değişimi ile elektrik akımı üretme olayına ise **elektromanyetik indüksiyon** denir.

- Bir tel çerçeveden geçen manyetik akı $\Delta t$ sürede, $\Delta\Phi$ kadar değiştirilirse, $\Delta\Phi = \Phi_{son} - \Phi_{ilk}$ olup. Manyetik akı değişiminden dolayı tel çerçevede oluşan ε indüksiyon elektromotor kuvvetinin büyüklüğü aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$\varepsilon = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

## Manyetik Alanda Öteleme ve Dönme Hareketi Yapan Telin Uçları Arasında Oluşan İndüksiyon Elektromotor Kuvveti

- $\vec{B}$ manyetik alanı içerisinde $\vec{v}$ hızıyla çekilen şekildeki çubuğun uçlarında, manyetik alan içerisinde hareket ettirilen yüklere bir kuvvet etki etmesi prensibi nedeniyle yük birikir.




  - Çubuğun iki ucu arasında oluşan potansiyel fark yani emk'nin değeri aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$\varepsilon = -B.v.\ell$$

  - Çubuğun boyu, manyetik alan ve hız birbirine dik değilse,emk nın değeri, $\varepsilon = -B.v.\ell.\sin\alpha$ olur.

- $\vec{B}$ manyetik alanı içerisinde, $\vec{v}$ çizgisel hızı ve $\vec{\omega}$ açısal hızıyla döndürülen şekildeki çubuğun uçlarında yük birikir.

- Çubuğun iki ucu arasında oluşan potansiyel fark yani emk'nin değeri aşağıdaki formülle hesaplanır.

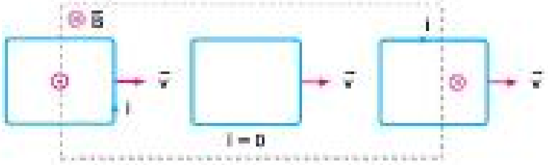
$$\varepsilon = -B.\frac{v}{2}.\ell$$

  - Emk'nin değeri, açısal hız cinsinden, $\varepsilon = -\frac{1}{2}B.\omega.\ell^2$ dir.

## İndüksiyon Akımının Yönü (Lenz Kanunu)

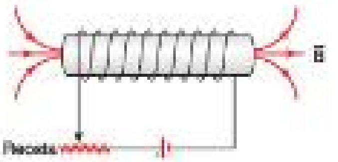
Bir tel çerçeveden geçen manyetik akı değiştiğinde tel çerçeve akıyı sabit tutabilmek için akı artıyorsa azaltacak biçimde, azalıyorsa artıracak biçimde bir manyetik akı ve indüksiyon akımı oluşturur. Bu kurala Lenz Kanunu, oluşan akıma ise indüksiyon akımı denir.

- Manyetik alanda hareket ettirilen bir tel çerçevede oluşan indüksiyon akımının yönü ile ilgili bazı durumlar aşağıdaki gibidir.




## Öz İndüksiyon Akımı

Şekildeki gibi bir bobinden akım geçtiğinde bobinin içinde bir manyetik alan oluşur. Reosta sürgüsünü hareket ettirerek bobinden geçen akım değiştirildiğinde $\vec{B}$ manyetik alanı, dolayısıyla manyetik akı değişir.




- Devrede manyetik akının değişmesine karşı koyan yeni bir indüksiyon akımı oluşur. Bu akıma, aynı devre içinde görüldüğünden **öz indüksiyon akımı** denir.

  - Devre akımı azalıyorsa öz indüksiyon akımı akımla aynı yönde, artıyorsa akımla zıt yöndedir.

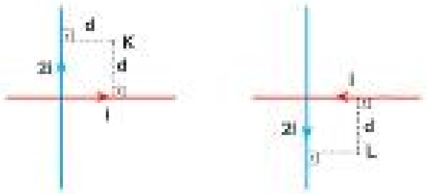
**Bilgi**

Dinamo; hareket enerjisini elektrik enerjisine dönüştüren bir alettir. Elektrik motoru ise elektrik enerjisini hareket enerjisine dönüştürür.

Fi Yayınları

## Örnek - 1

Sonsuz uzunluktaki düzgün tellerden i ve 2i akımları geçmektedir. K noktasında oluşan bileşke manyetik alan $\vec{B}$ dir.




Şekil - I          Şekil - II

**Buna göre, L noktasında oluşan bileşke manyetik alan nedir?**
(⊙ : Sayfa düzlemine dik dışarı doğru
⊗ : Sayfa düzlemine dik içeri doğru)

A) $-\vec{B}$    B) $-2\vec{B}$    C) $-3\vec{B}$    D) $\vec{B}$    E) $2\vec{B}$

## Çözüm

Şekil - I de tellerden geçen akımların K noktasında oluşturduğu manyetik alanların yönü ve şiddeti sağ el kuralına göre;

$\vec{B} = \otimes K\frac{2.2i}{d} + \odot K\frac{2i}{d} = \otimes K\frac{2i}{d}$ olur.

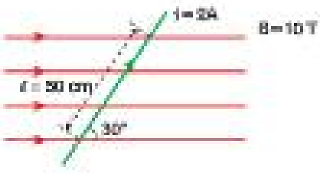
Buna göre, Şekil - II de L noktasında oluşan bileşke manyetik alan sağ el kuralına göre;

$\vec{B}_L = \odot K\frac{2i}{d} + \odot K\frac{2.2i}{d} = \odot K\frac{6i}{d} = -3\vec{B}$ bulunur.

Cevap C

## Örnek - 2

B = 10 T şiddetindeki düzgün manyetik alan içerisine şekildeki gibi konulan telden i = 2 A şiddetinde akım geçmektedir.




**Telin manyetik alan içinde kalan uzunluğu 50 cm olduğuna göre, tele etkiyen manyetik kuvvetin şiddeti kaç N dur?**
(sin30° = 0,5)

A) 5    B) 10    C) 15    D) 20    E) 25

## Çözüm

Manyetik alan içinde üzerinden akım geçen tele etkiyen manyetik kuvvetin büyüklüğü,

$F = B.i.\ell.\sin\alpha$ formülü ile hesaplanır.

$\ell = 50$ cm $= 0,5$ m dir.

Buna göre;

$F = 10.2.0,5.0,5$

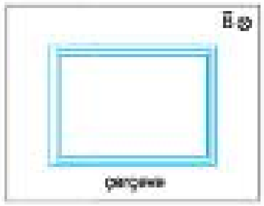
$F = 5$ N bulunur.

Cevap A

Fri Yayınları

## Örnek - 3

Alanı 100 cm² olan 4 sarımlı iletken bir çerçeve şiddeti B = 5 Wb/m² olan düzgün bir manyetik alan içerisindedir. Manyetik alanın şiddeti 0,2 s de sıfıra düşürülüyor.




**Buna göre, çerçevede oluşan indüksiyon emk si kaç V tur?**

A) 0,5    B) 1    C) 1,5    D) 2    E) 2,5

## Çözüm

$\Phi = B.A$ formülünden,

$\Phi_{ilk} = 5.0,01 = 0,05$ Wb  ve  $\Phi_{son} = 0$  dır.

$\Delta\Phi = \Phi_{son} - \Phi_{ilk}$ dan manyetik akı değişimi hesaplanır.

$\Delta\Phi = \Phi_{son} - \Phi_{ilk} = 0 - 0,05 = -0,05$ Wb olur.

Çerçevede oluşan indüksiyon emk si,

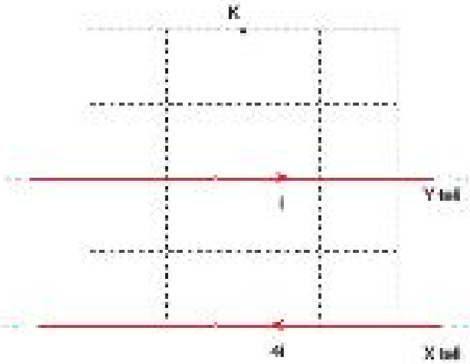
$\varepsilon = -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ formülünden hesaplanırsa, (N; sarım sayısıdır.)

$\varepsilon = -4.\frac{(-0,05)}{0,2}$

$\varepsilon = 1$ V bulunur.

Cevap B

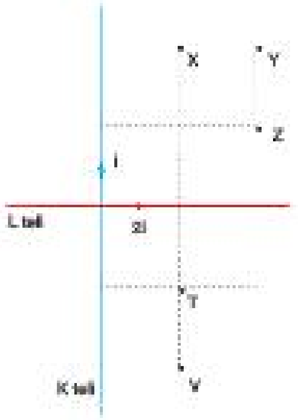
**1.** Üzerlerinden 4i ve i akımı geçen sonsuz uzunluktaki X ve Y telleri şekildeki gibi yerleştiriliyor.




**Y telinin K noktasında oluşturduğu manyetik alan şiddeti B olduğuna göre, K noktasındaki bileşke manyetik alan şiddeti kaç B dir?**

A) 0  B) 1  C) 2  D) $\frac{1}{2}$  E) 4

**2.** Sayfa düzleminde olan sonsuz uzunluktaki K, L tellerinden i, 2i şiddetlerinde elektrik akımları geçiyor.

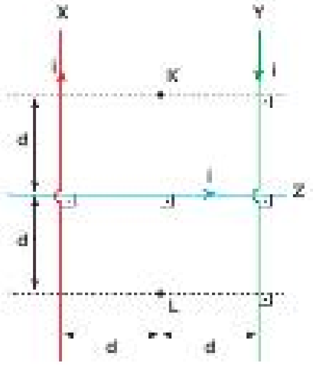



**Buna göre; X, Y, Z, T, V noktalarından hangisinde bileşke manyetik alan sıfırdır?**

A) X  B) Y  C) Z  D) T  E) V

Frf Yayınları

**3.** Sonsuz uzunluktaki, doğrusal X, Y, Z iletken tellerinden geçen akımlar ve yönleri şekildeki gibidir. Tellerin oluşturduğu düzlemde bulunan K, L noktalarındaki bileşke manyetik alanların büyüklüğü sırası ile $B_K$, $B_L$ dir.

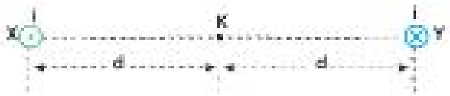



**Buna göre, $\frac{B_K}{B_L}$ oranı kaçtır?**

(Yerin manyetik alanı önemsenmeyecektir.)

A) $\frac{1}{3}$  B) $\frac{1}{2}$  C) $\frac{2}{3}$  D) $\frac{3}{4}$  E) $\frac{3}{2}$

**4.** Sayfa düzlemine dik olarak yerleştirilen şekildeki X ve Y tellerinden gösterilen yönlerde i akımları geçmektedir.

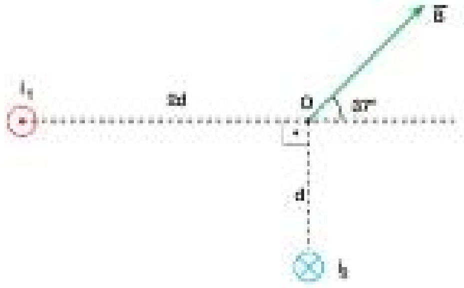



**Buna göre, tellerin K noktasında meydana getirdikleri bileşke manyetik alanın yönü aşağıdakilerden hangisidir?**

A) ←  B) →  C) ↗

D) ↓  E) ↑

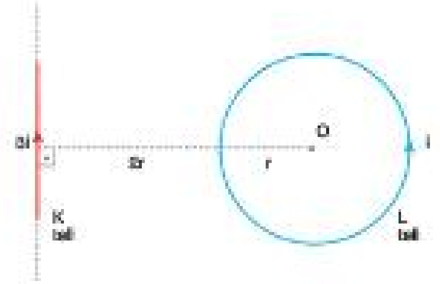
5. Şekildeki gibi sayfa düzlemine dik, sonsuz uzunlukta iki iletken telden birbirine zıt yönde $i_1$ ve $i_2$ akımları geçmektedir.




**Tellerden geçen akımların O noktasında meydana getirdikleri bileşke manyetik alan $\vec{B}$ olduğuna göre, $\frac{i_1}{i_2}$ oranı kaçtır?**
(sin 37° = 0,6 ; cos 37° = 0,8)

A) $\frac{2}{3}$ B) $\frac{3}{4}$ C) $\frac{4}{3}$ D) $\frac{3}{2}$ E) $\frac{8}{3}$

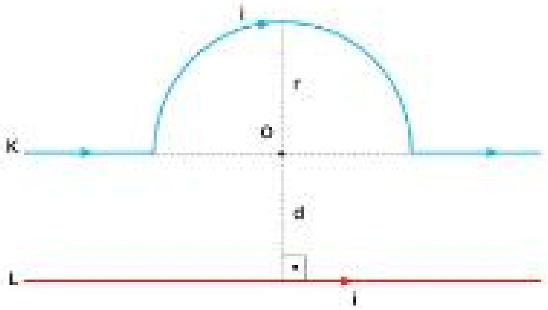
6. Sonsuz uzunluktaki, 3i akımı geçen K teli ile i akımı geçen çembersel L teli şekildeki gibi aynı düzleme konulmuştur. O merkezli, r yarıçaplı L telinin O noktasında oluşturduğu manyetik alanın şiddeti B dir.




**Buna göre, O noktasındaki bileşke manyetik alanın şiddeti kaç B dir?** (π = 3 alınız)

A) $\frac{2}{3}$ B) $\frac{3}{2}$ C) $\frac{1}{3}$ D) 2 E) 0

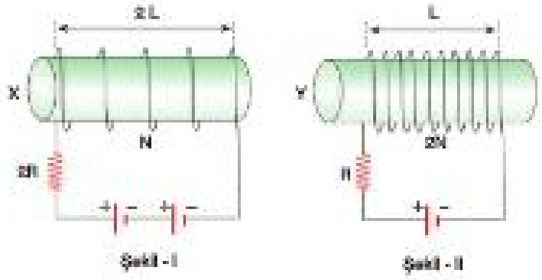
7. Yarım çember şeklindeki K teli ile sonsuz uzunluktaki L telinden i akımı geçmektedir.




**O noktasındaki manyetik alan sıfır olduğuna göre, $\frac{r}{d}$ oranı kaçtır?**
(π = 3 alınız.)

A) $\frac{1}{2}$ B) $\frac{3}{2}$ C) 1 D) 2 E) $\frac{5}{2}$

8. Sarım sayıları sırasıyla N, 2N ve sarım boyları 2L, L olan X, Y bobinleri Şekil - I ve Şekil - II deki gibidir.

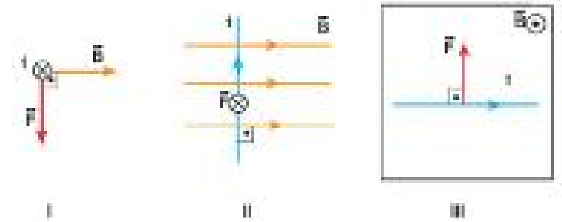



**X in ekseni boyunca oluşan manyetik alanın şiddeti B olduğuna göre, Y ninki kaç B dir?**
(Makaradaki sarımların direnci önemsenmiyor.)

A) 1 B) 2 C) 4 D) $\frac{1}{2}$ E) $\frac{1}{4}$

Test - 7 1-B 2-A 3-A 4-E 5-D 6-A 7-B 8-C

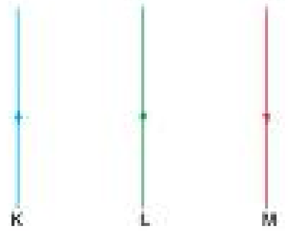
1. Düzgün $\vec{B}$ manyetik alanı içerisinde, üzerinden i akımı geçen tellere etkiyen $\vec{F}$ manyetik kuvveti Şekil I, II ve III teki gibi çizilmiştir.



**Buna göre, hangi şekillerde tele etkiyen kuvvet doğru gösterilmiştir?**
(⊙ : Sayfa düzlemine dik dışarı doğru
⊗ : Sayfa düzlemine dik içeri doğru)

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I ve III

2. Aynı düzlemde bulunan sonsuz uzunluktaki K, L, M tellerinden şekildeki yönlerde elektrik akımları geçerken L teline etki eden bileşke manyetik kuvvetin büyüklüğü F oluyor.



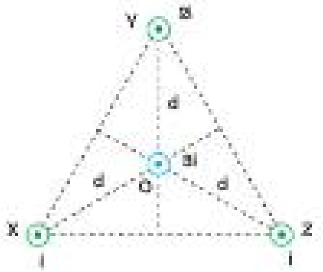
**F nin artması için,**

I. K den geçen akım şiddetini artırma
II. M den geçen akım şiddetini azaltma
III. K telinin L ye uzaklığını artırma

**işlemlerinden hangileri yapılabilir?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ya da II
D) I ya da III E) II ya da III

3. Şekildeki eşkenar üçgenin köşelerindeki X, Y, Z telleri sayfa düzlemine diktir. X telinin O noktasındaki tele uyguladığı manyetik kuvvet F'dir.

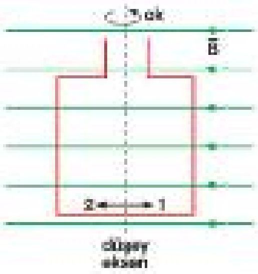


**Buna göre, O noktasındaki tele etki eden bileşke manyetik kuvvet nedir?**

$(\sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2};\ \cos 60^\circ = \frac{1}{2})$

A) F B) $\sqrt{3}$F C) 2F D) $2\sqrt{3}$F E) 3F

4. $\vec{B}$ manyetik alanı içerisindeki iletken çerçeveden akım geçirildiğinde, şekildeki düşey eksen etrafında ok yönünde dönmeye başlıyor.



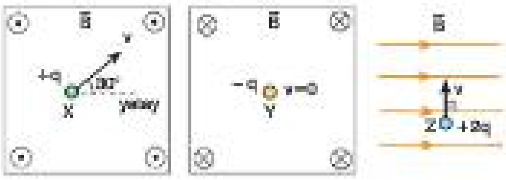
**Buna göre,**

I. Çerçeveden 1 yönünde akım geçmektedir.
II. Çerçeveden 2 yönünde akım geçmektedir.
III. B artırılırsa, çerçeveye etki eden tork da artar.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve III E) II ve III

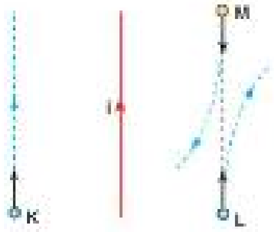
**5.** Düzgün $\vec{B}$ manyetik alanları içerisine + q yüklü X cismi ve + 2q yüklü Z cismi $\vec{v}$ hızı ile şekildeki gibi fırlatılırken − q yüklü Y cismi ise hareketsiz konuluyor.




**Buna göre; X, Y, Z yüklü cisimlerinden hangilerine manyetik kuvvet uygulanır?**
(⊙ : Sayfa düzlemine dik dışarı doğru
⊗ : Sayfa düzlemine dik içeri doğru)

A) Yalnız X
B) Yalnız Z
C) X ve Y
D) Y ve Z
E) X ve Z

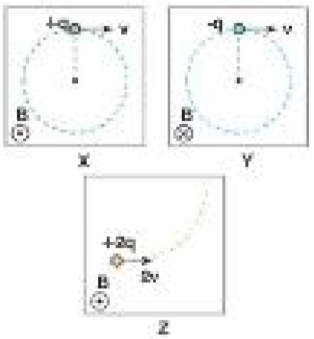
**6.** I akımı geçen düz tel ile aynı düzlemdeki K, L, M cisimleri tele paralel doğrultuda fırlatıldıklarında şekildeki yörüngeleri izliyorlar.




**Buna göre; K, L, M nin yük işaretleri aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?**

| | K | L | M |
|---|---|---|---|
| A) | nötr | + | − |
| B) | nötr | + | + |
| C) | nötr | − | − |
| D) | + | + | − |
| E) | − | − | + |

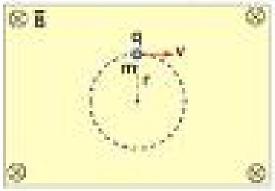
**7.** Düzgün ve eşit büyüklükteki manyetik alanların içinde bulunan şekildeki X, Y, Z yükleri v, v, 2v hızlarıyla fırlatılıyor.




**Buna göre, hangi yüklerin izlediği yol doğru çizilmiştir?**

A) Yalnız X
B) Yalnız Y
C) Yalnız Z
D) X ve Y
E) Y ve Z

**8.** Kütlesi m, elektrik yükü q olan tanecik düzgün $\vec{B}$ manyetik alanına v hızıyla girdiğinde şekildeki gibi yatay düzlemde r yarıçaplı yörüngede düzgün çembersel hareket yapıyor.

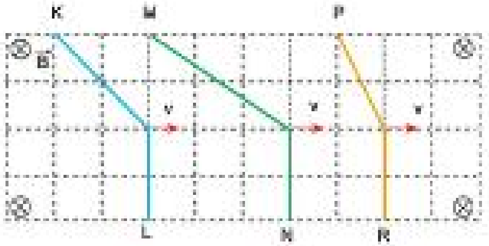



**Buna göre, r nin artması için aşağıdakilerden hangisi yapılabilir?**

A) Manyetik alanın yönünü değiştirmek.
B) Taneciğin yük işaretini değiştirmek.
C) Manyetik alanın şiddetini artırmak.
D) Taneciğin yük miktarını artırmak.
E) Taneciğin hızını artırmak.

Test - 8 1-D 2-A 3-A 4-E 5-E 6-C 7-D 8-E

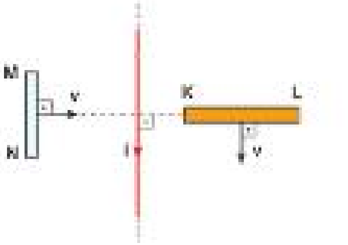
**1.** Şekildeki gibi bükülmüş KL, MN, PR telleri düzgün B manyetik alanı içinde sabit v hızı ile çekilmektedir. Tellerin KL, MN, PR uçları arasında oluşan indüksiyon emk ları $\varepsilon_1$, $\varepsilon_2$ ve $\varepsilon_3$ oluyor.




**Buna göre; $\varepsilon_1$, $\varepsilon_2$ ve $\varepsilon_3$ arasındaki ilişki nedir?**

A) $\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = \varepsilon_3$
B) $\varepsilon_1 > \varepsilon_3 > \varepsilon_2$
C) $\varepsilon_1 > \varepsilon_2 > \varepsilon_3$
D) $\varepsilon_2 > \varepsilon_1 > \varepsilon_3$
E) $\varepsilon_3 > \varepsilon_2 > \varepsilon_1$

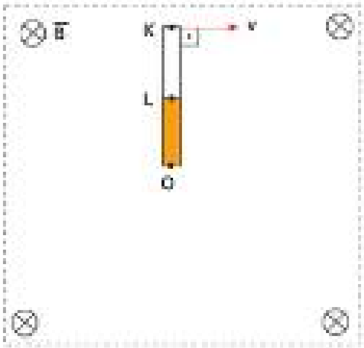
**2.** Sonsuz uzunluktaki düz telden i akımı geçmekteyken, telle aynı düzlemdeki KL ve MN iletken çubukları şekildeki gibi sabit v hızlarıyla çekiliyor.




**Buna göre, iletken çubukların K, L, M ve N uçlarının yük işareti aşağıdakilerden hangisi gibi olur?**

| | K | L | M | N |
|---|---|---|---|---|
| A) | 0 | 0 | + | − |
| B) | − | + | − | + |
| C) | + | − | + | − |
| D) | − | + | + | − |
| E) | + | − | 0 | 0 |

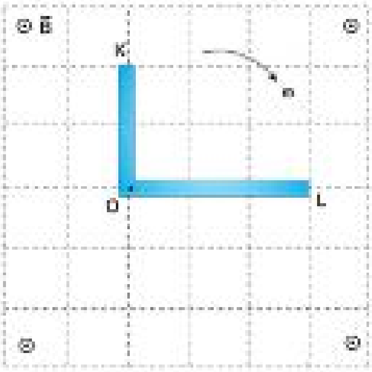
**3.** Eşit bölmeli KLO teli düzgün manyetik alan içinde şekildeki yönde K noktasının çizgisel hızı v olacak biçimde döndürüldüğünde KO uçları arasında oluşan indüksiyon emk sı ε oluyor.




**Tel L noktasının çizgisel hızı 2v olacak şekilde döndürülürse, KO arasında oluşan indüksiyon emk sı kaç ε olur?**

A) 1 B) 2 C) 4 D) 8 E) 16

**4.** Düzgün manyetik alanda, O noktası çevresinde şekildeki gibi bükülmüş KOL iletken teli ω açısal hızıyla döndürülmektedir.

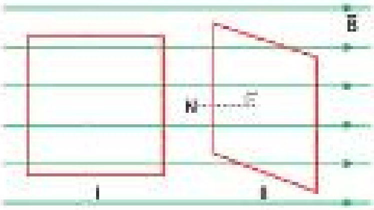



**KO arasında oluşan potansiyel fark 4 V olduğuna göre, KL arasında oluşan potansiyel fark kaç V tur?**

A) 3 B) 5 C) 8 D) 13 E) 18

Yayınları

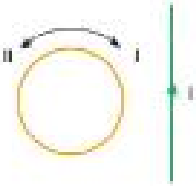
5. $\vec{B}$ manyetik alanı içerisindeki, alanı A olan iletken çerçeve, düşey eksen etrafında döndürülerek şekildeki I konumundan II konumuna getiriliyor.




**I ve II konumlarında manyetik akılar $\Phi_1$ ve $\Phi_2$, manyetik akıdaki değişim $\Delta\Phi$ olduğuna göre, bunlarla ilgili aşağıdakilerden hangisi doğrudur?**

| | $\Phi_1$ | $\Phi_2$ | $\Delta\Phi$ |
|---|---|---|---|
| A) | 0 | B.A | B.A |
| B) | 0 | B.A | – B.A |
| C) | – B.A | B.A | 0 |
| D) | B.A | 0 | – B.A |
| E) | B.A | 0 | B.A |

6. Şekildeki düzenekte üzerinden i akımı geçen düz tel ile halka aynı düzlemdedir.




**Buna göre, halkada oluşması istenen indüksiyon akımı ile ilgili,**

I. i akımı artırılırsa, I yönünde dolanır.

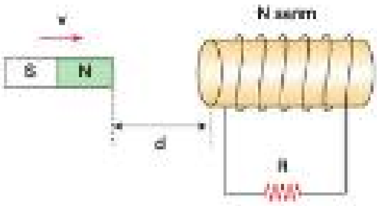
II. halka telden uzaklaştırılırsa, II yönünde dolanır.

III. halka tele paralel doğrultuda hareket ettirilirse, II yönünde dolanır.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II
D) I ve III E) I, II ve III

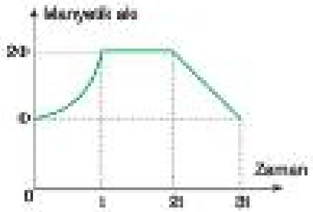
7.




**Bir akım makarasına şekildeki gibi v hızıyla yaklaştırılan mıknatısın bu makarada oluşturacağı indüksiyon emk si aşağıdakilerden hangisine bağlı değildir?**

A) Mıknatısın v hızına
B) Makaranın sarım sayısına
C) Makaraya bağlı R direncine
D) Aradaki d uzaklığına
E) Mıknatısın manyetik alan şiddetine

8. İletken bir tel halkanın sınırladığı yüzeyden geçen manyetik akının zamana bağlı grafiği şekildeki gibi oluyor.




**Buna göre,**

I. (0–t) zaman aralığında halkada bir indüksiyon akımı oluşur.

II. (t–2t) zaman aralığında halkada bir indüksiyon akımı oluşmaz.

III. (2t–3t) zaman aralığında şiddeti azalan bir indüksiyon akımı oluşur.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

Test - 9 1-A 2-C 3-C 4-B 5-A 6-C 7-C 8-C

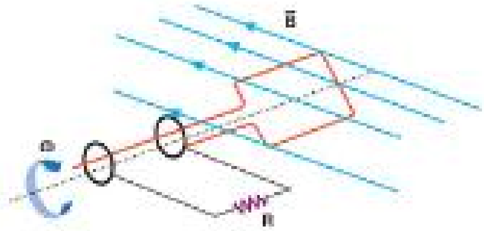
## ALTERNATİF AKIM

Günlük hayatta kullanılan aletlerin bir çoğu alternatif akım ile çalıştırılmaktadır.

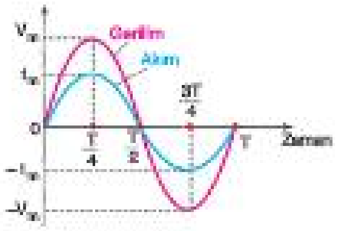
Alternatif akımın üretilmesi, taşınması, istenilen değere dönüştürülmesi kolay ve verimli olduğundan, uygulama alanı çok geniştir.

### Alternatif Akımın Elde Edilmesi

Şekildeki iletken tel çerçeve, düzgün manyetik alan içinde $\omega$ açısal hızıyla döndürüldüğünde Faraday ve Lenz Yasalarına göre çerçeve içinde sürekli bir indüksiyon emk' sı ve akımı oluşur. Oluşan gerilimin ve akımın yönü ile şiddeti zamana bağlı olarak periyodik bir şekilde değiştiği için buna **alternatif akım** denir.




- Alternatif akımın ve gerilimin zamana bağlı denklemleri aşağıdaki gibidir.
  - $i = i_{max}.\sin(\omega t)$
  - $V = V_{max}.\sin(\omega t)$
- Çerçevenin manyetik alan içinde bir tam dönme yapması durumunda oluşan indüksiyon emk'sinin ve akımın zamanla değişim grafiği aşağıdaki gibi olur.




### Alternatif Akımın Etkin ve Maksimum Değerleri

Alternatif akım değişken olduğundan akım ve gerilimin etkin ve maksimum değerleri vardır. Bir dirençten eşit süre alternatif ve doğru akım geçirildiğinde doğru akımla aynı miktar ısı enerjisi yayılmasına neden olan alternatif akımın değerine, **alternatif akımın etkin değeri** denir.

- Etkin değerler ve maksimum değerler arasında aşağıdaki ilişki vardır.

$$i_{etkin} = \frac{i_{max}}{\sqrt{2}} \quad \text{ve} \quad V_{etkin} = \frac{V_{max}}{\sqrt{2}}$$

- Alternatif akım devrelerinde enerji ve güç sadece dirençte harcanır. Direncin gücü aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$P = i^2_{etkin}.R$$

- t sürede açığa çıkan ısı enerjisi aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$W = i^2_{etkin}.R.t$$

### Alternatif Akım Devrelerinde Devre Direncini Etkileyen Değişkenler

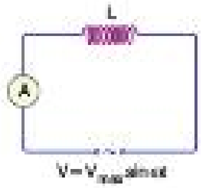
Alternatif gerilim kaynağına bir R direnci bağlandığında hem akımın hem de gerilimin denklemi şekildeki gibi sin($\omega t$) ye bağlıdır. Bu akım ve gerilimin aynı fazda olması demektir.

- Alternatif akım kaynağının bütün frekans değerlerinde direnç aynı kalır. Frekansın değişmesi direncin değerini değiştirmez.

### İndüktans, Kapasitans ve Empedans Kavramları

#### İndüktans

Bir bobin alternatif akım kaynağına bağlandığında, i akımının değişken oluşu B nin değişmesine neden olur, bu da bobinde akı değişimine neden olduğundan Lenz Kuralına göre devrede, devre akımı artıyorsa azaltacak, azalıyorsa artıracak yönde öz indüksiyon akımı oluşur.

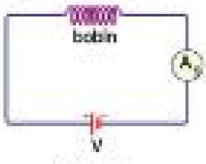



- Bobinin yani indüktörün alternatif akıma karşı gösterdiği direnç etkisine indüktörün **indüktif reaktansı** denir. İndüktif reaktans $X_L$ ile gösterilir ve aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$X_L = \omega.L \quad \text{ya da} \quad X_L = 2\pi.f.L$$

- Bobin, akım kaynağından aldığı enerjiyi manyetik alanında depolayıp daha sonra öz indüksiyonla geri verdiğinden enerji harcamaz.

- Gerilimi aynı olan doğru akım ve alternatif akım kaynaklarına bir bobin Şekil - I ve Şekil - II deki gibi bağlandığında, $A_1$ ampermetresinden geçen akımın şiddetinin $A_2$ ampermetresinden geçen akımın şiddetinden büyük olduğu gözlenir. Bunun nedeni Şekil - II deki devreden geçen akımın değişmesi nedeniyle bobinin oluşturduğu öz indüksiyon akımıdır. Öz indüksiyon akımı devreden geçen akımı azaltarak devrenin direncini artırır. Şekil - I deki bobinin direnci, Şekil - II deki bobinin direncinden küçüktür.

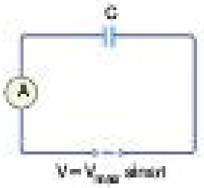


Şekil - I

Şekil - II

## Kapasitans

Sığaç, alternatif akım kaynağı tarafından yüklenmeye başlandığında akım maksimum değerindeyken, sığaç henüz dolmadığından uçları arasındaki gerilim maksimum değerine ulaşmamıştır. Gerilim artarken akım azalır ve gerilim maksimum olduğunda yani sığaç yüklendiğinde akım sıfır olur. Gerilim azaldıkça sığaç devreye akım vererek boşalmaya başlar. Devreye uygulanan gerilim sıfır olduğunda akım maksimum değerini alır.

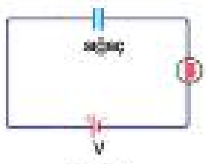



- Sığacın alternatif akıma karşı gösterdiği direnç etkisine sığacın **kapasitif reaktansı** denir. Kapasitif reaktans, $X_D$ ile gösterilir ve değeri aşağıdaki formülle hesaplanır.

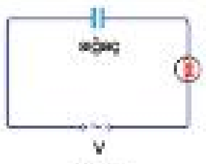
$$X_C = \frac{1}{\omega . C} \quad \text{ya da} \quad \frac{1}{2\pi f . C}$$

- İdeal bir sığaç depoladığı enerjiyi geri verdiğinden enerji harcamaz.

- Şekil - I deki gibi doğru akım kaynağına bağlanan yüksüz bir sığaç dolmaya başlar. Sığaç dolduğunda devreden akım geçmez. Buna göre devredeki lamba ancak sığaç dolana kadar ışık verir.



Şekil - I



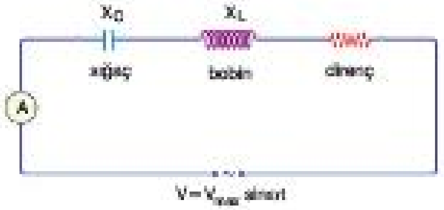
Şekil - II

  - Şekil - II deki gibi alternatif akım kaynağına bağlanan yüksüz sığaç dolmaya başladığında, sığacın gerilimi artarken akım azalmaya başlar. Gerilim maksimum olduğunda akım sıfır olur. Bu durumda sığaç yüklenmiş olur. Gerilim sıfıra doğru azalırken sığaçtaki yük devreye geri verileceğinden akım artmaya başlar. Gerilim sıfır olduğunda sığacın yükü boşalır ve akım maksimum olur. Buna göre, devredeki lamba sürekli ışık verir.

## Empedans

Şekildeki gibi direnç, bobin ve sığaçtan oluşan; birden fazla devre elemanının kullanıldığı alternatif akım devrelerinde devre elemanlarının gösterdiği dirençlerin eş değerine empedans denir.

- Empedans Z sembolü ile gösterilir ve birimi ohmdur (Ω).




## Alternatif Akım Devresinin Rezonans Hali

Bir RLC devresinin empedansı, bobin ve sığacın eşit direnç gösterdiği frekans değerinde en küçük değerini alır. Yani empedansın değeri sadece R nin değerine eşit olur. Bu frekansa **rezonans frekansı** denir.

- $X_L = X_Q$ eşitliği kullanılarak rezonans frekansı aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$f = \frac{1}{2\pi \sqrt{L . C}}$$

**Bilgi**

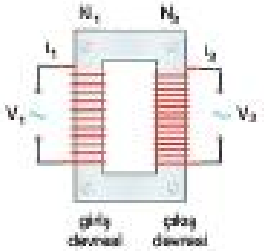
- Alternatif akım ile doğru akım arasındaki farklar aşağıdaki gibidir.
  - Alternatif akım jeneratörlerinin elektrik üretim verimi, doğru akım jeneratörlerine göre çok büyüktür.
  - Alternatif akım motorlarının maliyeti doğru akım motorlarına göre çok düşüktür ve bu motorlar çok bakım gerektirmez.
  - Doğru akım motorlarında gerilim sabit olduğundan devir ayarı ve düzenliliği alternatif akım motorlarına göre daha kolay yapılmaktadır.
  - Alternatif akım ile elektroliz olayı ve akü şarjı yapılamaz.
  - Doğru akımın depo edilmesi ve taşınması alternatif akıma göre daha kolaydır.
  - Aynı gerilim altında doğru akım, alternatif akıma göre can güvenliği açısından daha az tehlikelidir.

## TRANSFORMATÖR

Alternatif akım, elektrik santrallerinde alternatörle üretilir. Santrallerde üretilen alternatif akım, insanların kullanımı için evlere ve iş yerlerine iletim hatlarıyla taşınır.

- Üretilen elektrik enerjisinin tüketiciye ulaşması arasında iletim hatlarında akımın ısı etkisi nedeni ile oluşan enerji kaybının azaltılması hedeflenir. Enerji kaybını azaltabilmek için santralde üretilen alternatif akımın gerilimi transformatörlerle yükseltilir.
  - Santralde üretilen elektriğin gücü sabit olduğu için $P = V.I$ formülüne göre gerilim yükseltildiğinde akım düşeceği için enerji kaybı daha az olur.
  - Ayrıca akım düşeceği için iletim hatlarında daha ince teller kullanılabilir ve bu da iletim maliyetini azaltır. Elektrik akımının uzak mesafelere iletilmesi kolaylaşır.

- Transformatör, resimdeki gibi giriş (primer) ve çıkış (seconder) devrelerinden oluşur. Giriş devresine alternatif akım verildiğinde, bu değişken akım giriş devresinin bobininden değişken bir manyetik alan yayılmasına neden olur; bu manyetik alan demir çekirdek tarafından çıkış devresinin bobinine aktarılır. Çıkış devresinde oluşan manyetik akı değişimi burada indüksiyon emk oluşturur.




  - Giriş devresine doğru akım verilirse, akımın değeri sabit olacağından, giriş devresinin bobininde oluşan manyetik alan da sabit olur. Bu sabit manyetik alan çıkış devresinde manyetik akı değişimi oluşturmayacağından burada indüksiyon emk'sı oluşmaz. Yani doğru akımda transformatörün çıkış devresi çalışmaz sadece giriş devresi çalışır.

- Verimi %100 olan bir transformatör için; giriş gücü çıkış gücüne eşittir.

- $P_1 = P_2$ eşitliğinden faydalanılarak aşağıdaki ifadeye ulaşılır.

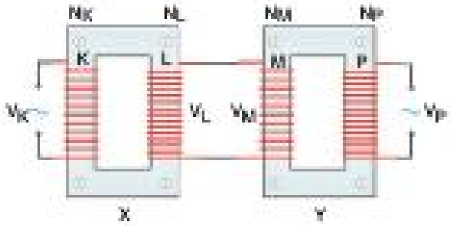
$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2} = \frac{i_2}{i_1}$$

- $\frac{N_2}{N_1}$ oranına transformatörün **değiştirme oranı** denir.
  - $N_2 > N_1$ ise $V_2 > V_1$ olacağından, böyle transformatörlere, yükseltici transformatör denir.
  - $N_2 < N_1$ ise $V_2 < V_1$ olacağından, böyle transformatörlere, düşürücü transformatör denir.

- Transformatörde verim, aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$\text{Verim} = \frac{P_{sekonder}}{P_{primer}} = \frac{V_S.i_S}{V_P.i_P}$$

- İki transformatör birbirine şekildeki gibi bağlanabilir. Bu durumda ilkinin çıkış gerilimini, ikincisi giriş gerilimi olarak kullanır. Yani $V_L = V_M$ dir.

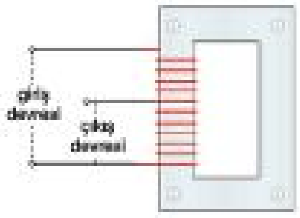



  - Buna göre transformatörlerin kollarının sarım sayıları ile giriş ve çıkış gerilimleri arasında aşağıdaki ilişki vardır.

$$V_K.N_L.N_P = V_P.N_K.N_M$$

**Not**

Bir transformatörde primer ve sekonder sargıları şekildeki gibi aynı bobini kullanabilir.




Bu tür transformatörlere **oto transformatör** denir.

### Örnek - 1

Bir alternatif akım devresindeki dirençten, $i_{etkin} = 4$ A şiddetinde alternatif akım geçmektedir.

**Direncin gücü 64 watt olduğuna göre, direncin değeri kaç ohm (Ω) dur?**

A) 4 B) 8 C) 12 D) 16 E) 32

### Çözüm

Alternatif akım devresinde direcin gücü; R direnç, $I_e$ etkin akım olmak üzere, $P = I_e^2.R$ ifadesi ile hesaplanır.

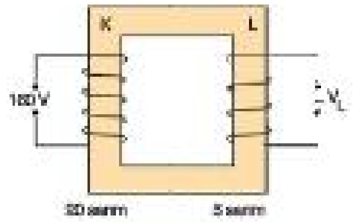
Buna göre;

$64 = 4^2.R \Rightarrow 64 = 16.R \Rightarrow R = 4$ ohm (Ω) bulunur.

Cevap A

### Örnek - 2

Şekildeki transformatörün K bobininin sarım sayısı 20, L bobininin sarım sayısı 5 tir. K bobinine 160 volt luk alternatif gerilim uygulandığında, L den $V_L$ gerilimi elde ediliyor.




**Buna göre, $V_L$ kaç volt tur?**
(Şekildeki sarım sayıları gerçek değerleriyle orantılı değildir.)

A) 640 B) 320 C) 160 D) 80 E) 40

### Çözüm

Bir transformatörde, $\frac{V_K}{V_L} = \frac{N_K}{N_L}$ dir.

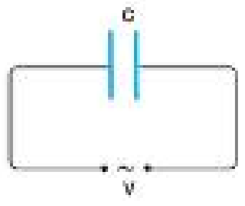
Buna göre,

$\frac{160}{V_L} = \frac{20}{5} = 4 \Rightarrow V_L = 40$ V bulunur.

Cevap E

### Örnek - 3

Etkin gerilimi V olan bir alternatif akım kaynağına şekildeki gibi sığası C olan bir sığaç bağlanıyor.




**Buna göre,**

I. Sığaç, alternatif gerilimin yön değiştirmesinden dolayı sürekli yüklenir ve boşalır.

II. Sığaç, alternatif akıma karşı kapasitif reaktans denilen bir direnç gösterir.

III. Sığacın ohmik direnci ihmal edildiğinde kapasitif reaktansından dolayı enerji kaybına sebep olmaz.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II D) I ve III E) I, II ve III

### Çözüm

Alternatif akım ve gerilim zaman içerisinde yön değiştirir.

Bundan dolayı alternatif akım devresinde kullanılan sığaç zaman içerisinde sürekli yük depolar ve yük boşaltır.

(I.Doğru)

Sığaç, gerilimin zaman içerisinde değişmesinden dolayı alternatif akıma zorluk gösterir.

Bu zorluk kapasitif reaktans olarak adlandırılan bir dirençtir.

(II.Doğru)

Sığacın ohmik direnci ihmal edildiğinde, sığaç yüklendiğinde levhaları arasındaki elektrik alanda potansiyel enerji depolar.

Bu depoladığı enerjiyi, yükü boşaltırken devreye tekrar geri verir.

Bundan dolayı enerji kaybı olmaz.

(III.Doğru)

Cevap E

**1.** **Alternatif akım ile ilgili,**

I. Zamanla yönü ve şiddeti değişen akıma alternatif akım denir.

II. Alternatif akım, mekanik enerjiyi elektrik enerjisine dönüştüren ve jeneratör adı verilen araçlarla üretilebilir.

III. Alternatif akım, kısaca AC sembolü ile gösterilir.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve III E) I, II ve III

**2.** **Alternatif akım ile ilgili aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?**

A) İndüksiyon yolu ile elde edilir.
B) Yönü ve şiddeti zaman içinde periyodik olarak değişir.
C) Uzak mesafelere elektrik iletiminde doğru akıma göre daha ekonomiktir.
D) Gerilimi yükseltilip düşürülebilir.
E) Sığaçların yük depolamasını sağlamaz.

**3.** **Alternatif akımın doğru akıma göre avantajlarına örnek olarak,**

I. Alternatif akımda gerilimi değiştirmenin doğru akıma göre çok daha kolay ve ucuz olması

II. Alternatif akım cihazlarının, doğru akım cihazlarına göre daha basit yapıda ve daha az bakım gerektiren cihazlar olması

III. Alternatif akım kullanılarak elektromıknatıs yapılabilirken, doğru akım kullanılarak elektromıknatıs yapılamaması

**yukarıdakilerden hangileri verilebilir?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III

**4.** **Alternatif akım ve doğru akım ile ilgili,**

I. Alternatif akımla pil şarj edilebilirken doğru akımla şarj edilemez.

II. Doğru akımla gümüş kaplama yapılabilirken alternatif akımla yapılamaz.

III. Doğru akımla kaynak yapılabilirken alternatif akımla yapılamaz.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) II ve III E) I, II ve III

**5.** **İndüktif reaktans ile ilgili,**

I. Bobinde oluşan öz - indüksiyon emk sinin akımı geciktirmesinden dolayı oluşur.

II. Düşük frekanslarda kaynak gerilimi sabitken alternatif akımın şiddetini artırır.

III. Elektrik enerjisini ısı enerjisine dönüştürmez.

**Yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve III E) I, II ve III

**6.** **Jeneratörler ile ilgili,**

I. Bir jeneratör, alternatif akım üretecek biçimde tasarlanmışsa alternatör adını alır.

II. Bir jeneratör, doğru akım üretecek biçimde tasarlanmışsa dinamo adını alır.

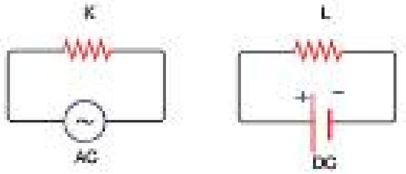
III. Bir jeneratör, enerji depolayacak biçimde tasarlanmışsa sığaç adını alır.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

Fırat Yayınları

**7.** Özdeş K ve L dirençlerinden K alternatif akım kaynağına L ise doğru akım kaynağına şekildeki gibi bağlanmıştır. Dirençlerden t sürede açığa çıkan ısı enerjileri birbirine eşittir.




**Buna göre;**

I. L den geçen doğru akımın şiddeti, K den geçen alternatif akımın etkin değerine eşittir.

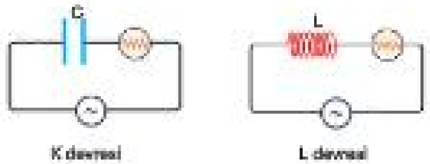
II. K den geçen alternatif akımın maksimum değeri, etkin akımın değerinden küçüktür.

III. K nin uçları arasındaki alternatif gerilimin etkin değeri, L nin uçları arasındaki gerilime eşittir.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II
D) I ve III E) I, II ve III

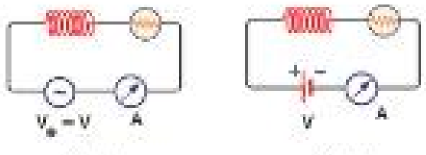
**8.** Özdeş lamba, sığaç ve bobin ile kurulmuş K ve L alternatif akım devreleri şekildeki gibidir.




**Buna göre, alternatif akım kaynağının frekansı artırıldığında K ve L devrelerinin empedansları $Z_K$ ve $Z_L$ için ne söylenebilir?**

| | $Z_K$ | $Z_L$ |
|---|---|---|
| A) | Artar | Artar |
| B) | Artar | Azalır |
| C) | Azalır | Artar |
| D) | Azalır | Azalır |
| E) | Artar | Değişmez |

**9.** Ohmik direnci önemsiz bobin ve lamba ile Şekil - I de alternatif akım devresi, Şekil - II de ise doğru akım devresi kurulmuştur. Alternatif akım kaynağının etkin gerilimi ile doğru akım üretecinin gerilimi birbirine eşittir.




Şekil - I Şekil - II

**Buna göre;**

I. Şekil - I deki devrenin eş değer direnci, Şekil - II deki devrenin eş değer direncinden büyüktür.

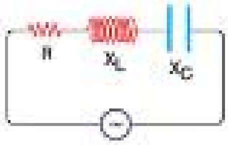
II. Lamba her iki devrede de aynı parlaklıkta yanar.

III. Her iki devrede de ampermetre ile ölçülen akım şiddeti aynıdır.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II
D) II ve III E) I ve III

**10.** Bobin, sığaç ve direnç ile kurulmuş alternatif akım devresi şekildeki gibidir. Bobinin indüktif reaktansı $X_L$, sığacın kapasitif reaktansı $X_C$ dir.




**Kaynak frekansı değiştirilerek devrenin rezonans frekansında çalışması sağlandığına göre;**

I. Devrenin empedansı azaltılmıştır.

II. $X_L = X_C$ yapılmıştır.

III. R direncinden geçen etkin akım şiddeti en az yapılmıştır.

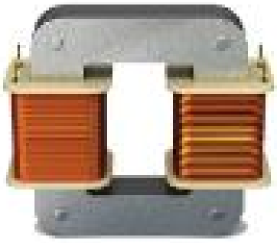
**yargılardan hangileri doğrudur?**

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

Fi Yayınları

| Test - 10 | 1-E | 2-E | 3-C | 4-D | 5-E | 6-C | 7-D | 8-C | 9-A | 10-B |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

**1.**



**Transformatörler ile ilgili,**

I. Doğru akımla çalışmazlar.

II. Girişteki alternatif gerilimi düşürüp yükseltebilirler.

III. Girişine verilen gücü artırırlar.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I  B) Yalnız II  C) I ve II  D) II ve III  E) I, II ve III

**2.** **Transformatörlerin kullanım amaçları ile ilgili,**

I. Elektrik santrallerinden şehirlere gelen alternatif akımın gerilimini düşürürler.

II. Barajlarda üretilen alternatif akımın gerilimini yükseltirler.

III. Televizyonun çalıştırılmasında alternatif akımı doğru akıma çevirirler.

**yukarıdakilerden hangisi örnek olarak verilebilir?**

A) Yalnız I  B) Yalnız II  C) I ve II  D) I ve III  E) I, II ve III

**3.** **İdeal transformatörlerde,**

I. Giriş gücü çıkış gücüne eşittir.

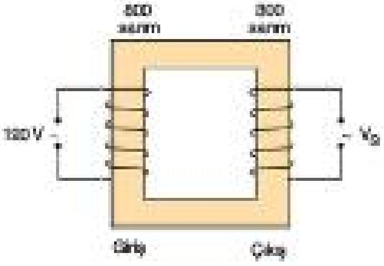
II. Çıkış gerilimini daima yükseltirler.

III. Çıkıştaki akımın şiddetini azaltabilirler.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I  B) Yalnız II  C) I ve II  D) I ve III  E) I, II ve III

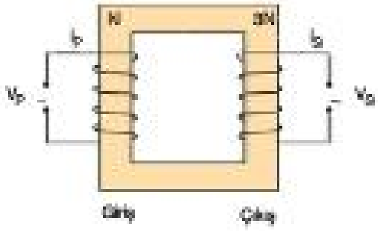
**4.** Giriş sarım sayısı 800, çıkış sarım sayısı 300 olan ideal bir transformatörün girişine 120 V alternatif gerilim uygulandığında çıkışından $V_S$ alternatif gerilim alınıyor.




**Buna göre, $V_S$ kaç volt tur?**
(Sarım sayıları gerçek değerlerini göstermemektedir.)

A) 15  B) 30  C) 45  D) 60  E) 90

**5.** Şekilde giriş sarım sayısı N, çıkış sarım sayısı 3N olan ideal bir transformatörün girişine $V_P$ alternatif gerilim uygulandığında çıkışından $V_S$ alternatif gerilim alınırken; girişten $i_P$, çıkıştan ise $i_S$ alternatif akım geçmektedir.




**Buna göre;**

I. $\frac{V_P}{V_S} = \frac{1}{3}$

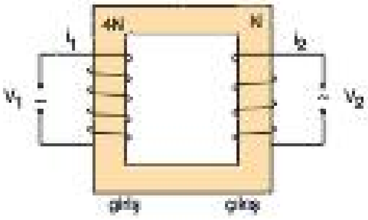
II. $\frac{i_P}{i_S} = \frac{1}{3}$

III. Transformatör yükselten bir transformatördür.

**Yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I  B) Yalnız II  C) Yalnız III  D) II ve III  E) I ve III

**6.** Giriş sarım sayısı 4N, çıkış sarım sayısı N olan şekildeki transformatörün girişine $V_1$ alternatif gerilim uygulanınca çıkışından $V_2$ alternatif gerili elde ediliyor.

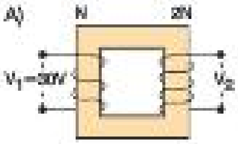


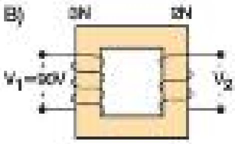

**Transformatörün verimi % 60 olduğuna göre, giriş akımının çıkış akımına oranı, $\frac{i_1}{i_2}$ kaçtır?**

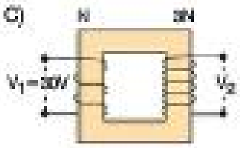
A) $\frac{5}{16}$ B) $\frac{5}{12}$ C) $\frac{1}{5}$ D) $\frac{3}{5}$ E) $\frac{12}{5}$

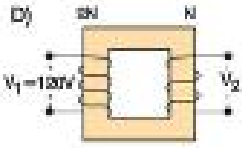
**7.** Sarım sayıları şekillerde verilen transformatörlerin giriş (primer) devrelerine $V_1$ alternatif gerilimi uygulandığında çıkış (sekonder) devrelerinden $V_2$ gerilimi elde ediliyor.

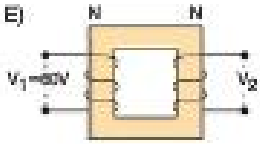
**Buna göre; aşağıdaki transformatörlerin hangisinin çıkış (sekonder) gerilimi $V_2$ diğerlerinden farklıdır?** (Bobinlerin sarım sayıları N, 2N, 3N ile gösterilmiştir.)

A)


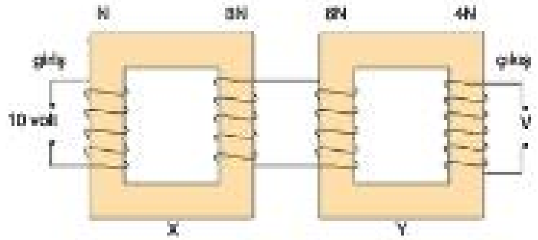

B)



C)



D)



E)


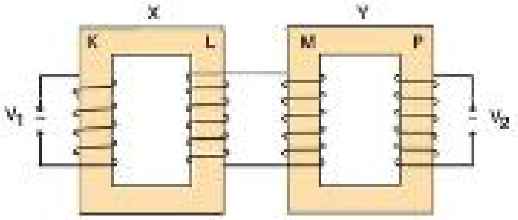

**8.** Sarım sayıları şekildeki gibi olan X, Y transformatörlerden X in girişine alternatif akım kaynağıyla 10 volt luk etkin gerilim uygulandığında Y nin çıkışından V alternatif gerilimi elde ediliyor.




**Buna göre, V kaç volt tur?**
(Sarım sayıları gerçek değerlerini göstermemektedir.)

A) 40 B) 30 C) 20 D) 10 E) 5

**9.** Şekildeki gibi bağlanmış X, Y transformatörleri K, L, M, P bobinlerinden oluşmuştur. K bobinine $V_1$ alternatif gerilimi uygulandığında, P bobininden $V_2$ gerilimi elde ediliyor.




**$V_2 > V_1$ olduğuna göre, X ve Y için;**

I. X alçaltıcı, Y yükseltici transformatördür.

II. Her ikisi de yükseltici transformatördür.

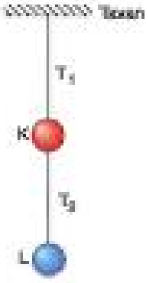
III. Her ikisi de alçaltıcı transformatördür.

**yargılarından hangileri kesinlikle yanlıştır?**

A) II ve III B) I ve III C) I ve II D) Yalnız II E) Yalnız III

Test - 11 1-C 2-C 3-D 4-C 5-E 6-B 7-C 8-C 9-E

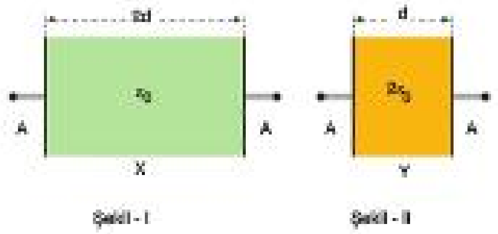
1. Ağırlıkları 3 N ve 5 N olan yüklü K ve L cisimleri yalıtkan bir iple tavana asıldıklarında şekildeki gibi dengede durmaktadırlar.




$\frac{T_1}{T_2} = \frac{1}{2}$ **olduğuna göre, K nin L ye uyguladığı elektriksel kuvvetin büyüklüğü kaç N dur?**

A) 8 B) 10 C) 11 D) 13 E) 16

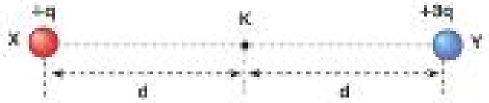
2. Yüzey alanları eşit olan levhalar ve dielektrik sabiti $\varepsilon_0$ ve $2\varepsilon_0$ olan yalıtkanlarla Şekil-I ve Şekil-II deki X ve Y sığalı sığaçlar oluşturuluyor.




**X sığacı V, Y sığacı ise 2V gerilimli pillere bağlandığında $q_X$ ve $q_Y$ kadar yük depoladıklarına göre, $\frac{q_X}{q_Y}$ oranı kaçtır?**

A) $\frac{1}{8}$ B) $\frac{1}{4}$ C) $\frac{1}{2}$ D) 2 E) 4

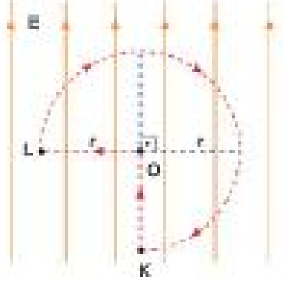
3. Yükleri + q ve + 3q olan iletken özdeş X, Y küresel cisimleri şekildeki gibi sabitlenmiştir. Cisimlerin K noktasında oluşturduğu bileşke elektrik alanın büyüklüğü E, toplam elektrik potansiyeli ise V dir.




**Buna göre; X, Y cisimleri birbirine dokundurulup tekrar aynı yerlerine konulduklarında elektrik alanın büyüklüğü $E_K$ ve toplam elektrik potansiyeli $V_K$ ne olur?**

| | $E_K$ | $V_K$ |
|---|---|---|
| A) | E | V |
| B) | 2E | 2V |
| C) | E | 2V |
| D) | 0 | V |
| E) | 0 | 2V |

4. Şekildeki düzgün elektrik alan içinde +q yüklü parçacık r yarıçaplı bir çemberde KO, OL ve LK yollarında hareket ettiriliyor.




**Buna göre, +q yüklü parçacık için;**

I. K dan O ya giderken potansiyel enerjisi azalır.

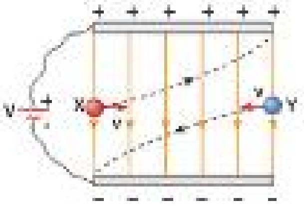
II. O dan L ye giderken potansiyel enerjisi değişmez.

III. K dan O ya giderken yapılan iş − W ise L den K ye giderken yapılan iş + 2W olur.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II D) I ve III E) I, II ve III

**5.** Düşey düzlemde bulunan yüklü paralel levhalar arasındaki düzgün elektrik alan içinde, − q yüklü X küresi ile + q yüklü Y küresi yatay v hızları ile atıldıklarında şekildeki yörüngeleri izliyorlar.




**Buna göre,**

I. X ve Y ye etkiyen elektriksel kuvvetler eşit büyüklüktedir.

II. Y nin ağırlığı X in ağırlığından büyüktür.

III. X e etkiyen elektriksel kuvvet, X in ağırlığından büyüktür.

**yargılarından hangileri <u>kesinlikle</u> doğrudur?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II

D) I ve III E) I, II ve III

**6.** Levha alanları ve levhaları arasındaki uzaklıkların birbirine eşit olduğu K, L, M sığaçlarının yük miktarı - potansiyel fark grafiği şekildeki gibidir.

**Buna göre, sığaçların levhaları arasındaki yalıtkan maddelerin elektriksel geçirgenlik katsayıları $\varepsilon_K$, $\varepsilon_L$ ve $\varepsilon_M$ arasındaki ilişki nedir?**

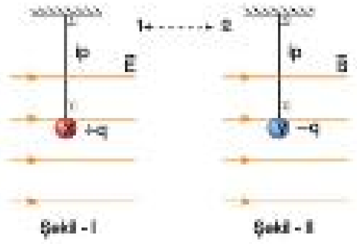
A) $\varepsilon_K = \varepsilon_L = \varepsilon_M$ B) $\varepsilon_K > \varepsilon_L > \varepsilon_M$

C) $\varepsilon_M > \varepsilon_L > \varepsilon_K$ D) $\varepsilon_M > \varepsilon_K > \varepsilon_L$

E) $\varepsilon_L > \varepsilon_K > \varepsilon_M$

Fif Yayınları

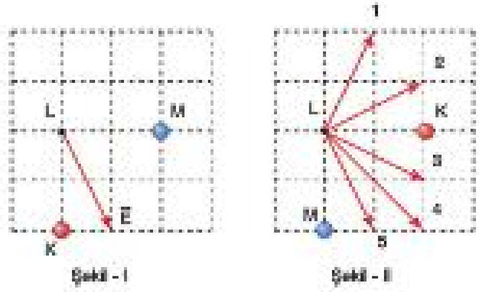
**7.** Düşey düzlemde yalıtkan iplere bağlı + q yüklü X küresi ile − q yüklü Y küresi şekildeki gibi düzgün $\vec{E}$ elektrik alanı ile düzgün $\vec{B}$ manyetik alanı içinde Şekil-I ve Şekil-II deki gibi tutuluyorlar.




**Buna göre; X, Y küreleri serbest bırakılırsa, 1 ve 2 yönlerinin hangisine doğru harekete geçer?**

| | X küresi | Y küresi |
|---|---|---|
| A) | 1 | 1 |
| B) | 2 | 1 |
| C) | 1 | Hareketsiz |
| D) | 2 | Hareketsiz |
| E) | Hareketsiz | Hareketsiz |

**8.** Eşit bölmelendirilmiş düzlemde K ve M yüklü noktasal cisimlerinin L noktasında oluşturdukları bileşke elektrik alan Şekil - I deki gibi $\vec{E}$ dir.

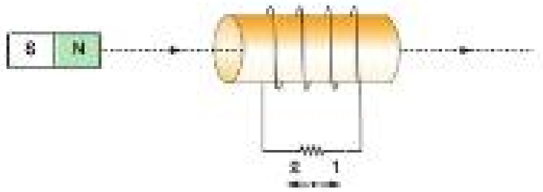



**Buna göre, K ve M noktasal cisimleri yer değiştirirse, L noktasında oluşan bileşke elektrik alan Şekil - II dekilerden hangisi olur?**

A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 5

Test - 12 1-C 2-A 3-D 4-C 5-D 6-C 7-D 8-C

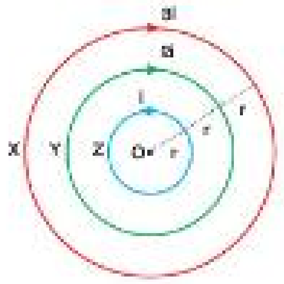
**1.** Aynı düzlemdeki bobin ve çubuk mıknatıstan, mıknatıs şekildeki doğrusal yolu izleyerek önce bobine yaklaşıp, sonra içinden geçip, sonra dışarı çıkıyor.




**Buna göre; oluşan indüksiyon akımlarının yönü için ne söylenebilir?**
(Mıknatısın boyutları bobine göre küçüktür.)

A) Önce 1, sonra 2, en son yine 1 yönündedir.
B) Önce 2, sonra 0, en son 1 yönündedir.
C) Sürekli 1 yönündedir.
D) Sürekli 2 yönündedir.
E) Önce 1, sonra 0, en son 2 yönündedir.

**2.** X, Y, Z çembersel iletken telleri aynı düzlemde merkezleri O noktasında çakışacak biçimde şekildeki gibi yerleştirilmiştir. X, Y, Z den sırasıyla 3I, 2I ve I büyüklüğünde elektrik akımları geçiyor.

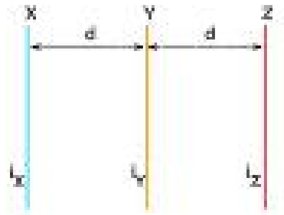



**Z telinin O noktasındaki manyetik alanının büyüklüğü B olduğuna göre, O noktasındaki bileşke manyetik alanın büyüklüğü kaç B dir?**

A) $\frac{1}{2}$ B) 1 C) $\frac{3}{2}$ D) 2 E) 3

Fi Yayınları

**3.** Sonsuz uzunlukta birbirine paralel iletken X, Y, Z tellerinden sırasıyla $I_X$, $I_Y$, $I_Z$ akımları geçiyor.



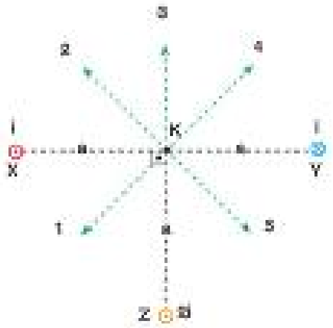

**Y teline etkiyen bileşke manyetik kuvvet sıfır olduğuna göre,**

I. $I_X$ ile $I_Y$ aynı yönlüdür.
II. $I_X$ ile $I_Z$ aynı yönlüdür.
III. $I_Y$ ile $I_Z$ aynı yönlüdür.

**yargılarından hangileri kesinlikle doğrudur?**

A) I ve II B) I ve III C) II ve III D) Yalnız I E) Yalnız II

**4.** Sayfa düzlemine dik X, Y, Z tellerinden geçen akımların yönü ve şiddeti şekildeki gibidir.




**Buna göre, K noktasındaki toplam manyetik alanın yönü kesikli vektörlerden hangisi olabilir?**

A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 5

**5.**

Dinamo — Elektrik motoru

**Elektrik motoru ve dinamo ile ilgili,**

I. Elektrik motoru, elektrik enerjisini mekanik enerjiye dönüştürür.

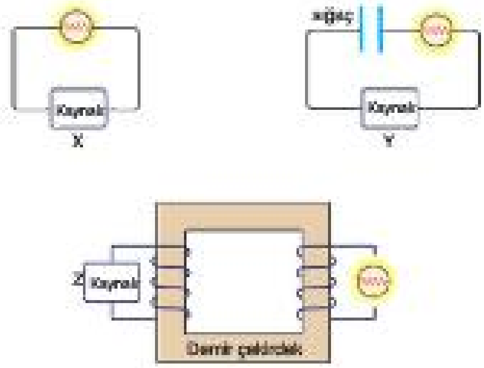
II. Dinamolar, mekanik enerjiyi elektrik enerjisine dönüştüren sistemlerdir.

III. Dinamolara, doğru (tek yönlü) akım jeneratörleri de denir.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II D) I ve III E) I, II ve III

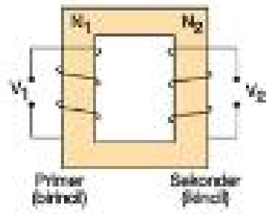
**6.** X, Y, Z akım kaynaklarına bağlı şekildeki devrelerde bulunan lambalar sürekli ışık vermektedir.




**Buna göre; X, Y, Z kaynaklarından hangileri <u>kesinlikle</u> alternatif akım kaynağıdır?**

A) Yalnız X B) Yalnız Y C) Yalnız Z D) Y ve Z E) X ve Y

**7.**




**Sarım sayıları $N_1$ ve $N_2$ olan şekildeki transformatör devresinde,**

I. Primere, doğru akım kaynağı bağlandığında, sekonderde gerilim oluşmaz.

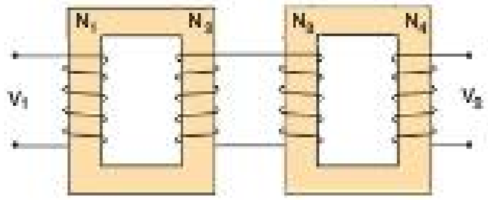
II. $N_1 > N_2$ ise gerilimler arasındaki ilişki $V_2 > V_1$ dir.

III. Primere alternatif gerilim uygulandığında, sekonderde alternatif gerilim oluşur.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) I ve III

**8.** Sarım sayıları $N_1$, $N_2$, $N_3$ ve $N_4$ olan şekildeki transformatörlere, $V_1$ gerilimi uygulanıp $V_2$ gerilimi elde ediliyor.




**$N_1$, $N_2$, $N_3$, $N_4$ sarım sayıları aşağıdakilerden hangisi gibi olursa; $V_2$, $V_1$ den daha küçük olur?**

| | $N_1$ | $N_2$ | $N_3$ | $N_4$ |
|---|---|---|---|---|
| A) | 3N | 6N | 6N | 3N |
| B) | 6N | 3N | 3N | 6N |
| C) | 2N | 4N | 6N | 2N |
| D) | 2N | 3N | 4N | 5N |
| E) | 4N | 2N | 4N | 8N |

Test - 13 1-E 2-B 3-E 4-B 5-E 6-D 7-E 8-C

Yayınları

## Test - 1

### Çözüm 1

Kürelerin arasındaki uzaklık d iken;

$F_1 = k.\frac{4q.q}{d^2} \Rightarrow F_1 = k.\frac{4q^2}{d^2}$ olur.

Küreler birbirine dokundurulup ayrıldığında yükleri,

$q_K = \frac{(4q-q)}{(r+2r)}.2r = 2q$ ve $q_L = \frac{(4q-q)}{(r+2r)}.r = q$ olur.

Kürelerin arasındaki uzaklık 2d iken;

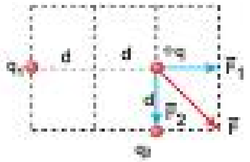
$F_2 = k.\frac{2q.q}{4d^2} \Rightarrow F_2 = k.\frac{q^2}{2d^2}$ olur.

Buradan da, $\frac{F_1}{F_2} = 8$ bulunur.

Cevap A

### Çözüm 2

$\vec{F}$ kuvveti şekildeki gibi dik bileşenlerine ayrıldığında $q_1$ ve $q_2$ yüklerinin +q yüküne uyguladıkları $\vec{F}_1$ ve $\vec{F}_2$ kuvvetleri şekildeki gibi birbirine eşit büyüklükte olur.



$q_1$ yükü, + q yükünü ittiği için + yüklü, $q_2$ yükü ise + q yükünü çektiği için − yüklüdür.

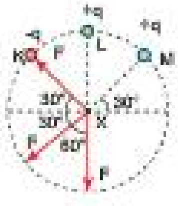
Buna göre;

$k.\frac{q_1.q}{4d^2} = k.\frac{q_2.q}{d^2} \Rightarrow \frac{q_1}{q_2} = -4$ bulunur.

Cevap D

### Çözüm 3

K, L, M noktalarındaki noktasal yüklerin yük miktarları ve çemberin merkezinde bulunan X yüküne olan uzaklıkları eşit olduğu için X e uyguladıkları elektriksel kuvvetler birbirine eşit büyüklükte ve K nin uyguladığı kuvvet olan F kadardır. Kuvvetler Şekil - I deki gibi gösterilebilir.



Şekil - I

Şekil - II

Bu kuvvetlerin Şekil - II deki gibi bileşkesi bulunursa; K ve L nin uyguladığı F kuvvetlerinin arasındaki açı 120° olduğu için bunların bileşkesinin büyüklüğü yine F olur.

Bu kuvvet M nin uyguladığı kuvvet ile aynı yönde çakışık olduğundan bileşke kuvvet,

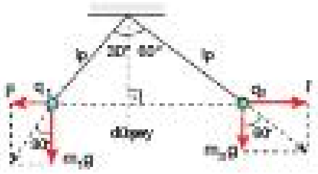
F + F = 2F olur.

Cevap B

Fit Yayınları

### Çözüm 4

Yüklü cisimlerin birbirine uyguladığı elektriksel kuvvetler ve cisimlerin ağırlıkları şekildeki gibi olur.



$\tan 30° = \frac{F}{m_1 g} \Rightarrow F = m_1 g.\tan 30°$

$\tan 60° = \frac{F}{m_2 g} \Rightarrow F = m_2 g.\tan 60°$

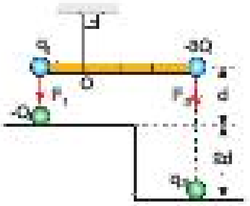
$m_1 g.\tan 30° = m_2 g.\tan 60° \Rightarrow m_1.\frac{1}{\sqrt{3}} = m_2.\sqrt{3}$ olur.

Buna göre, $\frac{m_1}{m_2} = 3$ bulunur.

Cevap D

## Çözüm 5

Çubuğun yatay dengede kalabilmesi için $q_1$ ve $-3Q$ yüklerine etkimesi gereken $F_1$ ve $F_2$ elektriksel kuvvetleri şekildeki yönlerde olabilir.




Bu durumda $-Q$ yükü, $q_1$ yükünü çektiği için $q_1$ + yüklü olmalı, $q_2$ yükü de $-3Q$ yükünü çektiği için + yüklü olmalıdır.

Çubuk dengede olduğu için $F_1$ ve $F_2$ kuvvetlerinin O noktasına göre torkları eşit değerde olmalıdır. Buna göre;

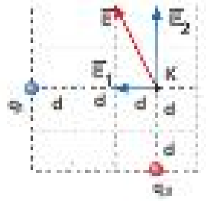
$F_1.1 = F_2.3 \Rightarrow F_1 = 3F_2$ olur.

$\frac{k.q_1.Q}{d^2} = 3.\frac{k.3Q.q_2}{9d^2}$ eşitliğinden, $\frac{q_1}{q_2} = 1$ olur.

Cevap A

## Çözüm 6

$q_1$, $q_2$ yüklerinin K noktasında oluşturduğu bileşke elektrik alan vektörü $\vec{E}$, şekildeki gibi dik bileşenlerine ayrılır.




Burada $\vec{E}_1$ $q_1$ in, $\vec{E}_2$ ise $q_2$ nin K noktasında oluşturduğu elektrik alan vektörleridir.

$\vec{E}_1$ in yönü $q_1$ e doğru olduğu için $q_1$ − yüklüdür. $\vec{E}_2$ nin yönü ise yükten dışa doğru olduğu için $q_2$ + yüklüdür.

Şekilden anlaşılacağı üzere $\vec{E}_1$ ile $\vec{E}_2$ nin büyüklükleri arasında,

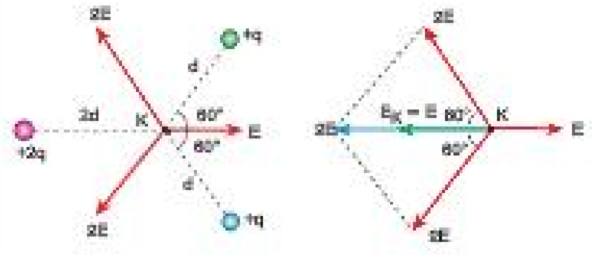
$E_2 = 2E_1$ ilişkisi vardır. Buna göre;

$\frac{k.q_2}{4d^2} = 2\frac{k.q_1}{9d^2}$ ifadesinden, $\frac{q_1}{q_2} = -\frac{9}{8}$ bulunur.

Cevap B

## Çözüm 7

Yüklerin K noktasında oluşturduğu elektrik alan vektörleri Şekil - I deki gibi olur.




Şekil - I    Şekil - II

+q yüklerinin elektrik alan şiddetleri, $\frac{k.q}{d^2} = 2E$ denilirse,

+2q yükünün elektrik alan şiddeti, $\frac{k.2q}{4d^2} = \frac{k.q}{2d^2} = E$ olur.

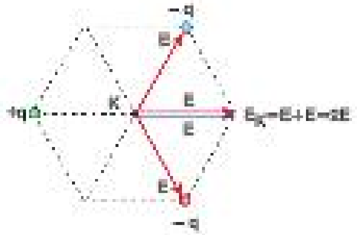
Şekil - II deki gibi K noktasında oluşan bileşke elektrik alan bulunduğunda elektrik alanın şiddeti,

$E = \frac{k.q}{2d^2}$ olur.

Cevap D

## Çözüm 8

Yüklerin K noktasına uzaklıkları ve yük miktarları eşit olduğu için hepsinin K noktasında oluşturduğu elektrik alan şiddetleri eşit ve E olur.




−q yüklerinin elektrik alan vektörleri arasındaki açı 120° olduğu için bileşkesi şekildeki gibi olurken büyüklüğü yine E olur.

Buna göre; K de oluşan elektrik alan vektörlerinin bileşkesi,

$E_K = E + E = 2E$ büyüklüğündedir.

Cevap C

Fi̇rf Yayınları

## Test - 2

### Çözüm 1

+ q nun K deki elektrik potansiyeli, $V = k\frac{q}{d}$ dir.

Buna göre,

K noktasında oluşan toplam elektriksel potansiyel $V_K$;

$V_K = -k\frac{q}{d} - k\frac{q}{2d} + k\frac{q}{d}$

$V_K = -k\frac{q}{2d}$

$V_K = -\frac{V}{2}$ olur.

Cevap A

### Çözüm 2

Şekil - I deki sistemin elektriksel potansiyel enerjisi,

$U_1 = k\frac{q.q}{d} + k\frac{q.q}{d} + k\frac{q.q}{d} = \frac{3kq^2}{d}$

Şekil - II deki sistemin elektriksel potansiyel enerjisi,

$U_2 = k\frac{q.q}{d} + k\frac{q.q}{d} + k\frac{q.q}{2d} = \frac{5kq^2}{2d}$

Buna göre; $\frac{U_1}{U_2} = \frac{6}{5}$ bulunur.

Cevap D

### Çözüm 3

Şekildeki sistemin elektriksel potansiyel enerjisi $E_P$,

$E_P = k\frac{(-q).q}{d} + k\frac{(-q).q}{d} + k\frac{(-q).(-q)}{d}$

$E_P = -\frac{kq^2}{d}$ dir.

K ve L cisimlerinin yerlerinin değiştirilmesi yüklerin birbirine olan uzaklıklarını değiştirmez. Bundan dolayı sistemin elektriksel potansiyel enerjisi değişmez. (I.Yanlış)

Sistemden M cismi kaldırılırsa sistemin elektriksel potansiyel enerjisi, $E_P = k\frac{(-q).q}{d} = -\frac{kq^2}{d}$ olur. Görüldüğü gibi sistemin elektriksel potansiyel enerjisi değişmez. (II.Yanlış)

Sistemden K cismi kaldırılırsa sistemin elektriksel potansiyel enerjisi, $E_P = k\frac{q.q}{d} = \frac{kq^2}{d}$ olur. Görüldüğü gibi sistemin elektriksel potansiyel enerjisi pozitif oldu.

Bundan dolayı oluşan bu pozitif enerji başlangıçtaki negatif enerjiden büyüktür. Bu durumda sistemin enerjisi artmıştır. (III.Doğru)

Cevap C

### Çözüm 4

Elektriksel potansiyel skaler bir büyüklüktür.

Açıya bağlı değildir.

Buna göre, O noktasında oluşan toplam elektriksel potansiyel,

$V_O = k\frac{q}{d} + k\frac{q}{d} - k\frac{2q}{2d}$

$V_O = 1$ bulunur.

Cevap B

Fi! Yayınları

**Çözüm 5**

+ q yükü K noktasına getirildiğinde diğer + q yükü ile arasında 3d uzaklık olurken, − q ile arasındaki uzaklık Pisagor teoreminden 5d bulunur.

Sisteme sonsuz uzaklıkta bulunan + q yükünü sonsuzdan K noktasına getirmek için yapılacak en az iş, + q yükünün elektriksel potansiyel enerjisindeki değişim kadar olur.

Buna göre;

$W = \Delta E_P = E_{P_{son}} - E_{P_{ilk}}$ olur.

$E_{P_{ilk}} = 0$

$E_{P_{son}} = k\frac{q.q}{3d} + k\frac{(-q).q}{5d} = \frac{kq^2}{3d} - \frac{kq^2}{5d}$

$E_{P_{son}} = \frac{2kq^2}{15d}$

$W = \frac{2kq^2}{15d} - 0 \Rightarrow W = \frac{2kq^2}{15d}$ bulunur.

Cevap A

**Çözüm 7**

Düzgün elektrik alanı içerisinde bulunan − yüklere elektrik alana zıt yönde elektrik kuvvet etkir.

Bundan dolayı − yükler elektrik alan yönünde taşındıklarında elektrik kuvvete karşı iş yapılır ve yükün potansiyel enerjisi artar.

Elektrik alana zıt yönde taşındıkları zaman elektrik kuvvet iş yapar ve yükün potansiyel enerjisi azalır.

− yükler elektrik alan çizgilerine dik doğrultuda taşındıkları zaman ise potansiyel enerjileri değişmez.

Buna göre; şekildeki düzgün elektrik alanı içerisinde bulunan − q yükü K den L ye götürülürken elektrik alan yönünde taşındığı için potansiyel enerjisi artar.

L den M ye götürülürken elektrik alana dik doğrultuda hareketten dolayı yükün potansiyel enerjisi değişmez.

− q yükü M den K ye götürülürken ise elektrik alana zıt yönde taşındığı için potansiyel enerjisi azalır.

Cevap A

FirF Yayınları

**Çözüm 6**

Elektrik yüklerinin etrafını saran ve elektrik alan çizgilerinin dik olarak kestiği yüzeylere eş potansiyel yüzeyler denilmektedir.

Aynı yüzey üzerinde bulunan noktaların elektrik potansiyelleri birbirine eşit olmaktadır.

Buna göre, P ve R noktaları aynı yükü saran farklı yüzeyler üzerindeki iki nokta oldukları için elektrik potansiyelleri birbirine eşit olmaz.

Cevap C

**Çözüm 8**

$E_{P_{ilk}} = k\frac{q.q}{d} = \frac{kq^2}{d} = E$

$E_{P_{son}} = k\frac{q.q}{\frac{d}{2}} = \frac{2kq^2}{d} = 2E$

$W = E_{P_{son}} - E_{P_{ilk}} = 2E - E = E$ olur.

Cevap A

## Test - 3

### Çözüm 1

Şekildeki yüklü levhalar arasında düzgün bir elektrik alan oluşur.

Düzgün elektrik alan içerisindeki her noktada elektrik alanın şiddeti aynıdır.

Buna göre;

$E_K = E_L = E_M$ olmaktadır.

Cevap A

### Çözüm 2

Yüklü paralel levhalar arasındaki düzgün elektrik alanın şiddeti,

$E = \frac{V}{d}$ formülü ile hesaplanır.

Buna göre;

K noktasında, $E_K = \frac{2V}{d}$

L noktasında, $E_L = \frac{V}{2d}$

Buradan da, $\frac{E_K}{E_L} = 4$ olur.

Cevap D

### Çözüm 3

Elektrik alan çizgisi üzerinde elektrik alan yönünde gidildikçe elektrik potansiyeli azalır.

Elektrik alan çizgisini dik kesen doğrultudaki noktalarda ise elektrik potansiyelleri eşittir.

Buna göre, şekilde görüldüğü gibi K ve L noktaları aynı düşey çizgi üzerinde oldukları için elektrik potansiyelleri eşittir.

K den M ye doğru elektrik alan çizgisi üzerinde alan yönünde gidildiği için potansiyel azalır.

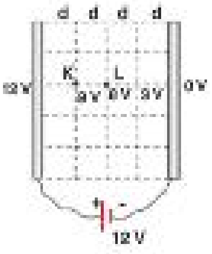
Buna göre; $V_K = V_L > V_M$ olur.

Cevap D

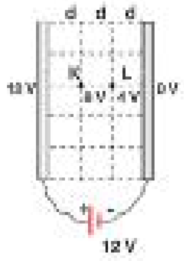
### Çözüm 4

Yüklü paralel levhalar arasındaki elektrik alan şiddeti sabit olduğu için $\frac{V}{d}$ oranı hep sabittir.

Bundan dolayı yüklü paralel levhalar arasındaki uzaklık eşit aralıklara bölündüğünde levhalar arasındaki potansiyel fark da eşit olarak bölünerek her bir aralıktaki potansiyel fark bulunur.




Şekil - I




Şekil - II

Üretecin potansiyel farkı 12 V olsun. Bu durumda levhalar arasındaki noktalara düşen elektrik potansiyelleri Şekil - I ve Şekil - II deki gibi olur.

Görüldüğü gibi levhalar arasındaki mesafe azaltıldığında K ve L noktalarının elektrik potansiyeli azalır.

Cevap C

Fi Yayınları

### Çözüm 5

Şekildeki yüklü paralel levhalar arasında oluşan düzgün elektrik alan K den L ye doğrudur. Yüklü cisim + yüklü olduğu için alan yönünde K den L ye doğru elektriksel kuvvet etkir. (I.Doğru)

+q yüküne elektrik alan içinde sabit F = q.E elektriksel kuvveti etkir. Yüklü cisme K den L ye doğru giderken etkiyen kuvvet değişmez. (II.Yanlış)

+ q yüklü cisim K den L ye doğru giderken cismin üzerinde elektriksel kuvvet iş yapar. Bundan dolayı yükün elektriksel potansiyel enerjisi azalır. (III.Doğru)

Cevap E

### Çözüm 6

K ve L yüklü levhalarından çıkan elektrik alan çizgileri birbirini kesmemek için bükülüyorlar. Bundan dolayı K ve L aynı cins elektrik ile yüklüdür.

Elektrik alan çizgileri K ve L den dışarıya doğru yöneldiği için de K ve L + elektrik ile yüklüdür.

L den çıkan elektrik alan çizgileri M levhasına girdiği için M levhası − elektrik ile yüklüdür.

Cevap D

### Çözüm 7

İletken levhalar Şekil - I deki gibi yüklendikten sonra üreteçten çıkarıldığında depoladıkları yük miktarı sabit kalır.

Levhalar arasındaki mesafe yarıya indirildiğinde de yük değişmeyeceği için elektrik alan şiddeti değişmez.

Bundan dolayı, $E_1 = E_2$ dir.

Şekil - I de $E_1 = \frac{V_1}{2d}$

Şekil - II de $E_2 = \frac{V_2}{d}$ olmaktadır.

$E_1 = E_2 \Rightarrow \frac{V_1}{2d} = \frac{V_2}{d} \Rightarrow V_1 = 2V_2$ olur.

Buna göre; $E_1 = E_2$ ; $V_1 > V_2$ olur.

Cevap C

### Çözüm 8

Levhalar arasında oluşan düzgün elektrik alanın şiddetine E denilirse, yüklü cisimlere etkiyen elektriksel kuvvetlerin şiddetleri;

K cismi için, $F_K = q.E$

L cismi için, $F_L = 2q.E$

Buradan, $\frac{F_K}{F_L} = \frac{q.E}{2q.E}$

$\frac{F_K}{F_L} = \frac{1}{2}$ olur.

Cevap E

## Test - 4

### Çözüm 1

III. yargıda ifade edildiği gibi, levhaların uzunluğu artırıldığında yüklü cisim elektrik alan içerisinden çıkana kadar $\vec{v}$ hızı ile daha uzun bir yol gider.

Bu durumda elektrik alan içinde kalma süresi artar.

Buna göre, cisme elektrik alanda etkiyecek elektriksel kuvvet daha uzun süre etkiyeceği için sapma miktarı x artar.

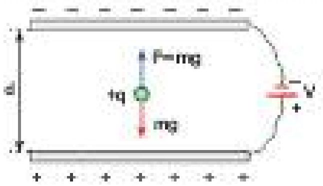
I. yargıdaki gibi elektronun hızı artarsa, elektrik alan içerisinde kalma süresi azalacağından, daha az sapar.

II. yargıdaki gibi gerilim artarsa, elektrik alan da artar. Bu nedenle elektron daha çok sapar.

Cevap D

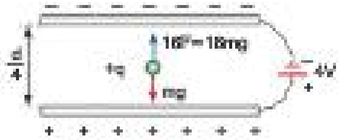
Fırat Yayınları

### Çözüm 2




Şekil - I

Şekil - I de dengede olan + q yüklü cisme yukarı yönde F elektriksel kuvvet etkir. $F = mg = q.\frac{V}{d}$ dir.




Şekil - II

Üretecin potansiyel farkı dört katına levhalar arasındaki uzaklık dörtte birine inince + q yüküne etkiyen elektriksel kuvvet Şekil - II deki gibi, $q.\frac{4V}{\frac{d}{4}} = 16q.\frac{V}{d} = 16F = 16mg$ olur.

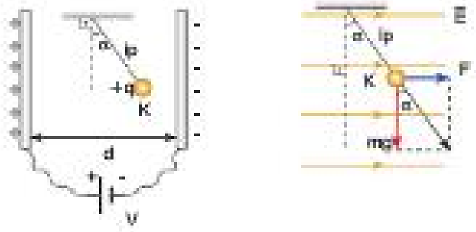
Buna göre, Newton' un ikinci hareket yasasından,

$16mg - mg = m.a \Rightarrow 15mg = m.a \Rightarrow a = 15g$ olur.

Cevap D

## Çözüm 3

Yüklü paralel levhalar arasında iple dengede olan yüklü K cismine etkiyen elektriksel kuvvet F şekildeki gibi oluşur.




$F = q.E = q.\frac{V}{d}$ formülü ile hesaplanır. Buna göre;

$\tan\alpha = \frac{F}{mg} = \frac{q.V}{mgd}$ olur.

Bu ifadeden anlaşılacağı üzere α açısı, q ve V ile doğru orantılı; m, g, d ile ters orantılı değişir.

Levhalar arası uzaklık artarsa α azalır. (I.Yanlış)

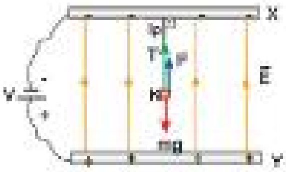
Üretecin gerilimi azaltılırsa α azalır. (II.Doğru)

K nin yük miktarı artırılırsa α artar. (III.Yanlış)

Cevap B

## Çözüm 4

+ yüklü K küresine şekildeki gibi elektrik alan yönünde F elektriksel kuvveti etkir.




K küresi dengede olduğu için,

$mg = F + T$ den ip gerilme kuvveti, $T = mg - F$ dir.

$F = q.E = q.\frac{V}{d} \Rightarrow T = mg - q.\frac{V}{d}$ olur.

Buna göre;

İp uzunluğunun artırılması T yi etkilemez. (I.Yanlış)

K nin yük miktarı q artırılırsa T azalır. (II.Yanlış)

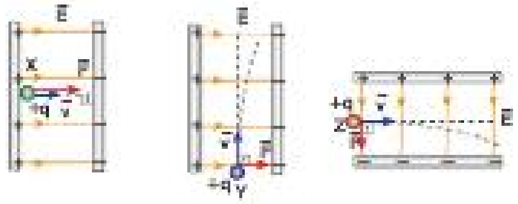
Üretecin V gerilimi azaltılırsa T artar. (III.Doğru)

Cevap C

Yayınları

## Çözüm 5

Düzgün elektrik alan içinde yüklü cismin hız vektörüne dik olarak elektriksel kuvvet etkirse cisim hareket doğrultusundan sapar.




Şekil - I Şekil - II Şekil - III

Şekil - I de elektriksel kuvvet $\vec{F}$, +q yüklü X cisminin hızı $\vec{v}$ ile aynı yönlü olduğu için X cismi sapmaz.

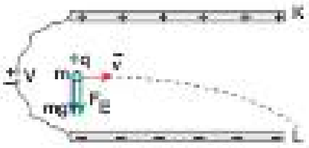
Şekil - II de elektriksel kuvvet $\vec{F}$, +q yüklü Y cisminin hızı $\vec{v}$ ye dik olduğu için Y cismi şekildeki gibi sapar.

Şekil - III de elektriksel kuvvet $\vec{F}$, +q yüklü cismin hızı $\vec{v}$ ye dik olduğu için Z cismi şekildeki gibi sapar.

Cevap C

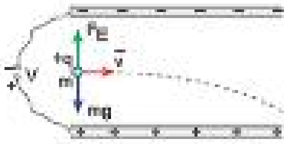
## Çözüm 6

K levhası +, L levhası − yüklü olursa cisme etkiyen elektriksel kuvvet $F_E$ ile cismin ağırlığı G şekildeki gibi aynı yönlü olur.




$F_E = mg$, $F_E > mg$ ve $mg > F_E$ için cisim gösterildiği şekilde sapar. (I. ve III.Doğru olabilir)

K levhası −, L levhası + yüklü olursa cisme etkiyen elektriksel kuvvet $F_E$ ile cismin ağırlığı G şekildeki gibi zıt yönlü olur.




$G > F_E$ için cisim gösterildiği şekilde sapar. (II.Doğru olabilir)

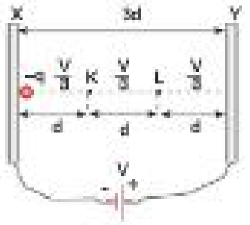
Cevap E

### Çözüm 7

X, Y levhaları arasında düzgün elektrik alan oluşur.

Bu alanın şiddeti $E = \frac{V}{3d}$ dir.

Buna göre, X ve Y arasında her bir d aralığında da elektrik alanın $E = \frac{V}{3d}$ olması için, her bir d aralıktaki potansiyel fark $\frac{V}{3}$ olmalıdır.




Düzgün elektrik alan içinde elektrik kuvvetin yaptığı iş yükün kazanacağı kinetik enerjiye eşit olur. Bu iş,

$W = -q.\Delta V = \Delta E_K$ ifadesinden hesaplanır.

Buna göre;

$E_K = -q.\frac{V}{3}$ ve $E_L = -q.\frac{2V}{3}$

$\frac{E_K}{E_L} = \frac{1}{2}$ bulunur.

Cevap A

### Çözüm 8

Levhalar üretece bağlı olduğu için aralarındaki potansiyel fark hep üretecin potansiyel farkına eşit olur. Levhalar arasındaki uzaklık artırıldığında bu potansiyel fark değişmez. (I.Yanlış)

$E = \frac{V}{d}$ formülüne göre V sabitken levhalar arasındaki d mesafesi artırıldığında elektrik alan şiddeti E azalır. (II.Doğru)

+ q yüküne etkiyen elektriksel kuvvetin şiddeti F = q.E formülüne göre E azaldığı için azalır. (III.Doğru)

+ q yüklü cisim karşı levhaya geldiğinde elektriksel kuvvetin yaptığı iş cismin kazandığı kinetik enerji olacaktır.

Bu iş, W = q.V olur.

Bu formüle göre cismin kazandığı kinetik enerji levhalar arasındaki uzaklığa bağlı değildir.

Bundan dolayı d nin artması yüklü cismin karşı levhaya çarpma hızını değiştirmez. (IV. Yanlış)

Cevap D

## Test - 5

### Çözüm 1

Bir sığacın sığası,

$C = \varepsilon.\frac{A}{d}$ formülü ile hesaplanır.

Buna göre sığacın sığasının artması için,

d azaltılmalıdır. (I.Doğru)

ε artırılmalıdır. (II.Doğru)

A artırılmalıdır. (III.Yanlış)

Cevap D

### Çözüm 2

Üretece bağlı sığacın sığasını, levhalarının alanı ve levhaları arasındaki uzaklık değiştirir.

(I. ve II.Yanlış)

Üretecin geriliminin artması ya da azalması, sığacın sığasını değiştirmez. Sadece sığacın depolayacağı yük miktarını değiştirir.

(III.Doğru)

Cevap E

### Çözüm 3

S anahtarı kapatılınca üreteçten gelen yüklerle sığaç yüklenmeye başlar.

$C = \frac{q}{V}$ formülüne göre sığacın depolayacağı yük miktarı,

$q = C.V$ olur.

Sığaç bu yükü depoladığı zaman yüklenme durur. (I.Doğru)

Sığaç yük depoladıkça uçları arasındaki potansiyel fark artar. Sığacın gerilimi V ye eşitlendiği zaman yüklenme tamamlandığı için V sabit kalır. (II.Doğru)

Sığaç yüklendikçe levhaları arasında elektriksel potansiyel enerji depolanır. (III.Doğru)

Cevap E

Fırat Yayınları

## Çözüm 4

Sığaçların yük miktarları,

$C = \varepsilon_0.\frac{A}{d}$ ve $q = C.V$ formüllerinden hesaplanır.

Buna göre;

Şekil - I de, $q_1 = \varepsilon_0.\frac{A}{d}.V$

Şekil - II de, $q_2 = \varepsilon_0.\frac{A}{\frac{d}{2}}.V = \varepsilon_0.\frac{2A}{d}.V$

Şekil - III de, $q_3 = \varepsilon_0.\frac{A}{d}.2V$

Buradan, $q_2 = q_3 > q_1$ olur.

Cevap D

## Çözüm 5

$q = C.V$ formülüne göre sığacın yük miktarı sığası ile doğru orantılıdır. Buna göre aynı gerilimde en az yük depolayan sığaç, sığası en küçük olan sığaçtır.

Sığacın sığası, $C = \varepsilon.\frac{A}{d}$ formülünden hesaplanır. Buna göre,

$C_K = 2\varepsilon.\frac{A}{d} = 2C$

$C_L = \varepsilon.\frac{A}{3d} = \frac{C}{3}$

$C_M = 2\varepsilon.\frac{A}{2d} = C$

$C_N = 4\varepsilon.\frac{A}{4d} = C$

$C_P = 3\varepsilon.\frac{A}{2d} = \frac{3}{2}C$

Sığaçların sığa değerlerine bakıldığında sığası en küçük olan sığaç L sığacıdır.

Bundan dolayı L sığacı en az yükü depolayan sığaçtır.

Cevap B

## Çözüm 6

Sığaçlara ait yük - potansiyel fark grafiğinin eğimi sığaçların sığasını verir. Buna göre;

$Eğim = C_K = \frac{2q}{2V} = \frac{q}{V} = C$

$Eğim = C_L = \frac{q}{3V} = \frac{C}{3}$

Buradan, $\frac{C_K}{C_L} = 3$ bulunur.

Cevap A

## Çözüm 7

Sığaçların sığaları,

$C = \varepsilon_0.\frac{A}{d}$ formülüne göre hesaplanırsa,

$C_1 = 2\varepsilon_0.\frac{A}{d}$

$C_2 = \varepsilon_0.\frac{2A}{\frac{d}{2}} = 4\varepsilon_0.\frac{A}{d}$

$C_3 = 3\varepsilon_0.\frac{A}{2d} = \frac{3}{2}\varepsilon_0.\frac{A}{d}$

Buna göre; $C_2 > C_1 > C_3$ bulunur.

Cevap D

## Çözüm 8

Sığaçların depoladığı yük miktarı,

$q = C.V$ formülüne göre hesaplanırsa,

$q_1 = \varepsilon.\frac{2A}{d}.V_1$

$q_2 = \varepsilon.\frac{A}{3d}.V_2$

$q_1 = q_2$ için,

$\varepsilon.\frac{2A}{d}.V_1 = \varepsilon.\frac{A}{3d}.V_2$ eşitliğinden,

$\frac{V_1}{V_2} = \frac{1}{6}$ olur.

Cevap B

FRT Yayınları

## Test - 6

### Çözüm 1

Grafik, $C = \varepsilon.\frac{A}{d}$ formülüne göre yorumlanırsa,

I. Bölgede sığacın levha alanı A kadar artarken levhalar arası uzaklık 2d artıyor.

Bu durumda $\frac{A}{d}$ oranı azalacağı için sığacın sığası azalır.

II. Bölgede sığacın levhaları arasındaki uzaklık sabit kalırken levha alanları artmaktadır.

Formüle göre, sığacın sığası levha alanı ile doğru orantılı değiştiği için II. bölgede sığacın sığası artmaktadır.

Cevap C

### Çözüm 2

Sığaçlar yük ve enerji depolayan devre elemanıdır.

Depolanan yük ve enerji elektroşok aletlerinde olduğu gibi hızlı bir şekilde kullanılır. (I.Doğru)

Sığaçlar çok kısa sürede elektrik yükü depolayabilirler. Yani şarj olurlar. (II.Doğru)

Sığaçlar, eşit miktar ve zıt işaretli elektrik yüklerini aralarında bir mesafe olacak şekilde depolar.

Zıt cins yükler birbirinden ayrıştırıldığında elektriksel potansiyel enerji depolanmış olur. (III.Doğru)

Cevap E

### Çözüm 3

Soruda verilen beş örneğin hepsi de sığacın günlük yaşamdaki kullanım alanlarına örnek olarak verilebilir.

Cevap E

### Çözüm 4

Elektromıknatısların yapısında sığaç kullanılmaz.

Bunun dışında hoparlörlerde,elektroşok cihazlarında, kalp pillerinde, fotoğraf makinesi flaşlarında sığaç kullanılmaktadır.

Cevap E

### Çözüm 5

Sığaç, üreteçten çıkarılıp levhaları arasındaki uzaklık artırıldığında, zıt cins yükler arasındaki uzaklık artacağından elektriksel potansiyel enerji artar.

Bundan dolayı sığacın depoladığı enerji de artar.

Buna göre, D şıkkındaki ifade yanlıştır.

Cevap D

### Çözüm 6

Sığacın sığası $C = \varepsilon.\frac{A}{d}$ ile hesaplanır. Sığaç üretece bağlı iken sığacın levhaları arasındaki uzaklık azaltıldığında, formüle göre sığacın sığası artar.

$q = C.V$ ifadesine göre, sığacın uçları arasındaki potansiyel fark V sabit kalırken sığacın sığası C arttığı için q artar.

Cevap A

### Çözüm 7

Sığaç üretece bağlı iken levhaları arasına yalıtkan bir madde konulduğunda, $C = \varepsilon.\frac{A}{d}$ formülüne göre dielektrik sabit arttığı için sığacın sığası artar.

Üretecin uçları arasındaki potansiyel fark V sabit olduğu için sığacın depoladığı yük miktarı,

$q = C.V$ ifadesinden, C arttığı için q artar.

Buna göre, sığaç daha fazla yük depoladığı için, $E = \frac{1}{2}qV$ formülüne göre, depoladığı elektriksel potansiyel enerji U artar.

Cevap B

### Çözüm 8

Yüklü sığacın bağlı olduğu devrede anahtar kapatıldığında sığacın − yüklü levhasından + yüklü levhasına doğru sığacın levhaları arasındaki potansiyel farktan dolayı elektronlar akmaya başlar.

Oluşan bu akım, sığaç boşalana kadar devam eder. Bu durumda X lambasından bir süre akım geçer ve sığaç yükünü boşalttığı zaman lamba söner.

Y lambasının bağlı olduğu devrede sığaç boştur. Anahtar kapatıldığında sığaç yüklenene kadar devreden akım geçer.

Bu süre içerisinde Y lambası yanar. Sığacın uçları arasındaki potansiyel fark üretecin potansiyel farkına eşit olduğu anda sığaç yüklenmiş olur ve akım kesilir.

Buna göre, X ve Y lambaları, anahtarlar kapatıldığında bir süre yanar ve daha sonra söner.

Cevap E

## Test - 7

### Çözüm 1

Y telinin K noktasındaki manyetik alanı,

$B_Y = K.\frac{2i}{2} = Ki = B$ ve ⊙ yönde oluşur.

X telinin K noktasındaki manyetik alanı,

$B_X = K.\frac{2.4i}{4} = 2Ki = 2B$ ve ⊗ yönde oluşur.

Buna göre, K noktasında oluşan bileşke manyetik alanın şiddeti,

$B_K = 2B - B = B$ bulunur.

Cevap B

### Çözüm 2

X noktasında K telinin oluşturduğu manyetik alan,

$B_K = K.\frac{2i}{1} = 2Ki$ ve ⊗ yönde oluşur.

L telinin oluşturduğu manyetik alan,

$B_L = K.\frac{2.2i}{2} = 2Ki$ ve ⊙ yönde oluşur.

Buna göre, X noktasında oluşan bileşke manyetik alanın şiddeti,

$B_X = 2Ki - 2Ki = 0$ olur.

Cevap A

### Çözüm 3

X, Y, Z tellerinin K ve L noktalarında oluşturduğu manyetik alanların yönleri ve şiddetleri sağ el kuralına göre bulunursa,

$B_K = ⊗\, K.\frac{2i}{d} + ⊗\, K.\frac{2i}{d} + ⊙\, K.\frac{2i}{d}$

$B_K = ⊗\, K.\frac{2i}{d} = B$ olsun,

$B_L = ⊗\, K.\frac{2i}{d} + ⊗\, K.\frac{2i}{d} + ⊗\, K.\frac{2i}{d}$

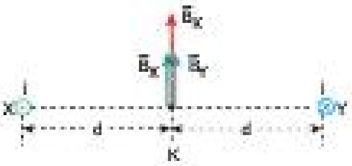
$B_L = ⊗\, K.\frac{6i}{d} = 3B$ olur.

Buna göre, $\frac{B_K}{B_L} = \frac{1}{3}$ bulunur.

Cevap A

## Çözüm 4

K noktası X ve Y tellerine eşit uzaklıkta ve tellerden geçen akımların şiddetleri eşit olduğu için tellerin K noktasında oluşturduğu manyetik alan şiddetleri aynı olur.




Sağ el kuralına göre K noktasında oluşan manyetik alan vektörleride şekildeki gibi olur.

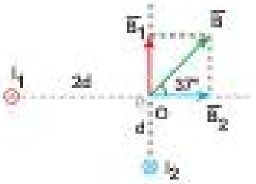
Buna göre, K noktasındaki bileşke manyetik alan vektörü,

$\vec{B}_K = \vec{B}_X + \vec{B}_Y$ den şekildeki gibi bulunur.

Cevap E

## Çözüm 5

O noktasında oluşan bileşke manyetik alan $\vec{B}$ dik bileşenlerine ayrıldığında $i_1$ ve $i_2$ akımlarının O noktasında oluşturduğu manyetik alanlar $\vec{B}_1$ ve $\vec{B}_2$ sağ el kuralına göre şekildeki gibi olur.




$B_1 = B.\sin 37° = B.0{,}6 = K.\frac{2i_1}{2d} = K.\frac{i_1}{d}$

$B_2 = B.\cos 37° = B.0{,}8 = K.\frac{2i_2}{d}$

Buradan,

$\frac{i_1}{i_2} = \frac{3}{2}$ olarak bulunur.

Cevap D

## Çözüm 6

L çembersel telinin O merkezinde oluşturduğu manyetik alanın şiddeti ve sağ el kuralına göre yönü,

$B = K.\frac{2\pi i}{r} = K.\frac{6i}{r}$ ve ⊙ yönde oluşur.

K telinin O noktasında oluşturduğu manyetik alanın şiddeti ve sağ el kuralına göre yönü,

$K.\frac{2.3i}{3r} = K.\frac{2i}{r} = \frac{B}{3}$ ve ⊗ yönde oluşur.

Buna göre,O noktasındaki bileşke manyetik alanın şiddeti,

$B_O = B - \frac{B}{3} = \frac{2}{3}B$ bulunur.

Cevap A

## Çözüm 7

O noktasındaki bileşke manyetik alanın sıfır olması, K ve L tellerinin O noktasındaki manyetik alanlarının eşit büyüklükte ve zıt yönlü olması demektir.

Buna göre,

$B_K = B_L$

$\frac{1}{2}K.\frac{2\pi i}{r} = K.\frac{2i}{d} \Rightarrow K.\frac{3i}{r} = K.\frac{2i}{d}$

Buradan, $\frac{r}{d} = \frac{3}{2}$ bulunur.

Cevap B

# ÇÖZÜMLERİ

## Çözüm 8

Şekil - I ve Şekil - II deki kapalı devrelerde bobinlerden geçen akımların şiddetleri Ohm yasasına göre hesaplanırsa,

$I_1 = \dfrac{2V}{2R}$ ve $I_2 = \dfrac{V}{R}$ $\Rightarrow$ $I_1 = I_2$ olur.

$I_1 = I_2 = I$ olsun.

X bobininin oluşturduğu manyetik alan şiddeti,

$B = N.\dfrac{K.4\pi I}{2L} = 2N.\dfrac{K.\pi I}{L}$ olur.

Y bobininin oluşturduğu manyetik alan şiddet,

$B_Y = 2N.\dfrac{K.4\pi I}{L} = 8N.\dfrac{K.\pi I}{L} = 4B$ olur.

Cevap C

## Test - 8

## Çözüm 1

Bir dış manyetik alan içinde bulunan ve üzerinden akım geçen tele manyetik kuvvetin uygulanabilmesi için manyetik alan vektörünün akıma dik olması gerekir.

Bu durumda oluşacak manyetik kuvvet vektörü de hem manyetik alan vektörüne hem de akıma dik olur.

Yani $\vec{F} \perp \vec{B} \perp I$ olur.

Akım taşıyan tele etkiyen manyetik kuvvetin yönü sağ el kuralı ile bulunur.

Buna göre, sağ el kuralından,

I. ve II. şekillerde $\vec{F}$ manyetik kuvvet vektörü doğru gösterilmiştir.

III. şekilde ise $\vec{F}$ manyetik kuvvet vektörü ters gösterilmiştir.

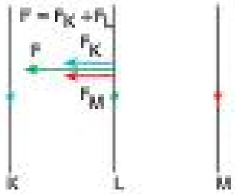
Cevap D

## Çözüm 2

Birbirine paralel duran ve üzerinden akım geçen teller birbirlerine eşit büyüklükte; aynı yönde akım geçiriyorlar ise çekme, zıt yönde akım geçiriyorlar ise itme şeklinde manyetik kuvvet uygular.

Bu kuvvetin şiddeti akımlar çarpımı ile doğru orantılı değişirken teller arasındaki uzaklık ile ters orantılı değişir.

Buna göre, L teline K ve M tellerinin uyguladığı manyetik kuvvetler şekildeki gibi olur.




L teline etkiyen bileşke manyetik kuvvet olan F nin büyüklüğünün artması için,

K dan geçen akım artırılmalıdır. (I.Doğru)

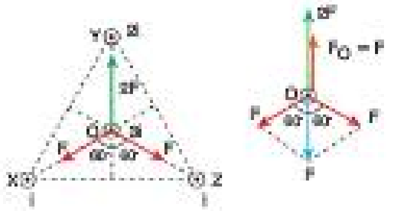
M den geçen akım şiddeti artırılmalıdır. (II.Yanlış)

K telinin L ye uzaklığı azaltılmalıdır. (III.Yanlış)

Cevap A

## Çözüm 3

X, Y, Z telleri O noktasına eşit uzaklıkta olduğundan bu noktadaki tele uyguladıkları manyetik kuvvetlerin şiddeti, geçen akım şiddetleri ile doğru orantılı olur.




Buna göre, I akımı geçen X ve Z telleri F büyüklüğünde, 2I akımı geçen Y teli ise 2F büyüklüğünde manyetik kuvvet uygular.

Tellerin hepsinden geçen akımlar aynı yönlü olduğu için O noktasındaki tele etkiyen manyetik kuvvetler şekildeki gibi çekme şeklinde olur.

Şekilde görüldüğü gibi F kuvvetleri arasındaki açı 120° olduğu için bunların bileşkesi de F büyüklüğünde olur.

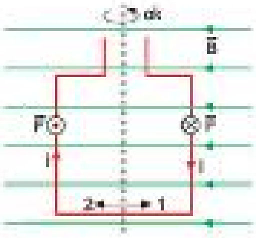
Buna göre, O noktasındaki 3I akım geçen tele etkiyen bileşke manyetik kuvvetin büyüklüğü şekilde görüldüğü gibi,

$F_O = 2F - F = F$ olur.

Cevap A

## Çözüm 4

Tel çerçevenin şekildeki gibi ok yönünde dönebilmesi için torkun ve dönme yönünün bulunmasını sağlayan sağ el kuralına göre çerçevenin düşey kenarlarına uygulanması gereken manyetik kuvvetlerin yönleri şekildeki gibi olmalıdır.




Bunun olabilmesi içinde sağ el kuralına göre çerçeveden 2 yönünde akım geçmelidir.(I. Yanlış, II.Doğru)

Tel çerçeveye etkiyen manyetik torkun şiddeti,

$\tau$ = B.I.A formülü ile hesaplanır.

Buna göre, B manyetik alan şiddeti artırılırsa çerçeveye etkiyen torkun şiddeti de artar. (III.Doğru)

Cevap E

## Çözüm 5

Manyetik alan içerisinde bulunan yüklü cisimlere manyetik kuvvetin etkimesi için yüklü cismin manyetik alan içinde hareket etmesi ve manyetik alan vektörü ile cismin hız vektörünün birbirine dik olması gereldir.

Buna göre;

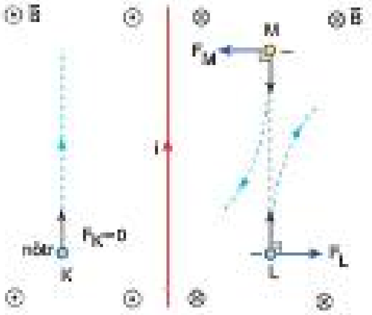
+q yüklü X cismi ile +2q yüklü Z cisminin hız vektörü ile manyetik alan vektörü birbirine dik olduğu için X ve Z ye manyetik kuvvet etkir.

−q yüklü Y cismi manyetik alan içinde hareketsiz olduğu için Y ye manyetik kuvvet etkimez.

Cevap E

## Çözüm 6

Üzerinden I akımı geçen telin her iki tarafında oluşan manyetik alanların yönü sağ el kuralından şekildeki gibi bulunur.




Şekilde gösterilen manyetik alanların içerisine fırlatılan K, L , M yüklerinden K sapmadığı için K ye manyetik kuvvet etkimemiştir.

Bunun olması için K nin nötr (yüksüz) olması gerekir.

L ve M yükleri gösterilen yönlerde sapabilmeleri için $F_L$ ve $F_M$ manyetik kuvvetleri şekildeki gibi uygulanmalıdır.

Sağ el kuralından L ve M ye gösterilen yönlerde manyetik kuvvetlerin etkimesi için yük işaretleri − olmalıdır.

Cevap C

## Çözüm 7

X, Y ve Z yüklerine etki eden manyetik kuvvetler $F_X$, $F_Y$ ve $F_Z$, yük işaretlerine göre sağ el kuralından şekildeki gibi olur.

Buna göre, X ve Y kuvvetlerin etkidiği tarafa doğru döndüğü için izledikleri yollar doğru gösterilmiştir.

Z yükü ise $F_Z$ nin etkidiği tarafa doğru dönmesi gerekir.

Z için çizilen yolun şekli yanlıştır.

Cevap D

Fi! Yayınları

# ÇÖZÜMLERİ

## Çözüm 8

Yüklü taneciğin çizmiş olduğu çembersel yörüngenin yarıçapı; yük miktarı q ve içinde bulunduğu düzgün manyetik alanın şiddeti B ile ters orantılı değişir.

Yüklü taneciğin kütlesi m ve taneciğin hızının büyüklüğü v ile doğru orantılı değişir.

Yörünge yarıçapını taneciğin yükünün işareti ve manyetik alanın yönü etkilemez.

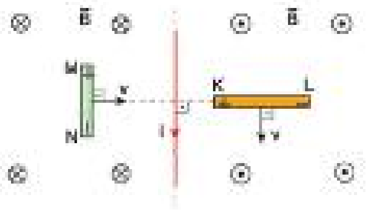
Buna göre; $r = \dfrac{m.v}{B.q}$ formülünden,

r yarıçapının artması için E şıkkında söylendiği gibi taneciğin hızının büyüklüğü artırılmalıdır.

Cevap E

## Çözüm 2

Üzerinden i akımı geçen telin her iki tarafında oluşturduğu manyetik alanların yönü sağ el kuralına göre şekildeki gibi olur.




Bu manyetik alanlar içerisinde hareket ettirilen KL ve MN iletken çubuklarının iki ucunda eşit miktarda zıt işaretli yük toplanır.

Sağ el kuralına göre,

K ve M noktaları +, L ve N noktaları ise − yüklenir.

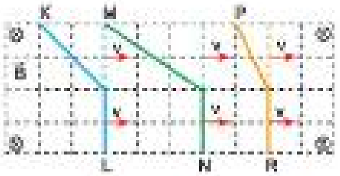
Cevap C

# Test - 9

## Çözüm 1

Manyetik alan içinde çekilen bir telin iki ucu arasında oluşan indüksiyon emk si $\varepsilon = B.v.\ell.\sin\alpha$ ile hesaplanır.

Bu formüldeki $\ell.\sin\alpha$ ifadesi hız vektörüne dik olan tel uzunluğunu verir.




Buna göre şekildeki gibi KL, MN, PR tellerinin v hızına dik olan uzunlukları birbirine eşit olduğu için tellerin uçları arasında oluşan indüksiyon emk leri,

$\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = \varepsilon_3$ olur.

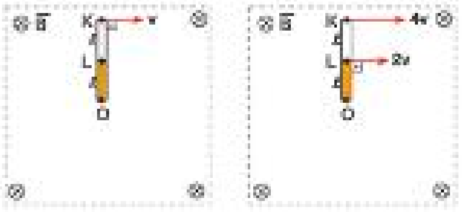
Cevap A

## Çözüm 3

$KL = LO = \ell$ olsun.

Şekil - I de KO arasındaki oluşan indüksiyon emk si,

$\varepsilon = B.\dfrac{v}{2}.2\ell = B.v.\ell$ olur.




Şekil - I Şekil - II

Tel, Şekil - II deki gibi L noktasının hızı 2v olacak şekilde döndürülürse K noktasının hızının büyüklüğü 4v olur.

Buna göre,

$\varepsilon_{KO} = B.\dfrac{4v}{2}.2\ell = 4B.v.\ell$

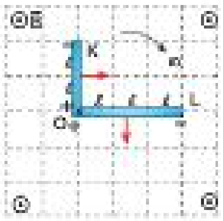
$\varepsilon_{KO} = 4\varepsilon$ olarak bulunur.

Cevap C

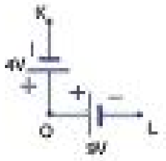
Fdd Yayınları

## Çözüm 4

KOL iletken teli şekildeki konumdan geçerken KO ve OL kısımlarının hareket yönü Şekil - I deki gibi olur.




Şekil - I




Şekil - II

Bu hız yönlerine göre sağ el kuralından K, O, L noktalarının elektrik yük işaretleri ile KO ve OL aralıklarında oluşan indüksiyon emk leri de Şekil - II deki gibi olur.

İndüksiyon emk, $\varepsilon = B.\omega.\frac{\ell^2}{2}$ ifadesinden hesaplanırsa;

KO arasında, $\varepsilon_{KO} = B.\omega.\frac{4\ell^2}{2} = 2\,B.\omega.\ell^2 = 4\ V$

OL arasında, $\varepsilon_{OL} = B.\omega.\frac{9\ell^2}{2} = \frac{9}{2}\,B.\omega.\ell^2 = 9\ V$

Buna göre, KL arasında oluşan potansiyel fark KO ve OL arasında oluşan emk lerin farkı olur.

$\varepsilon_{KL} = 9 - 4 = 5\ V$ bulunur.

Cevap B

## Çözüm 5

İçinden manyetik alan çizgilerinin geçtiği bir çerçevede oluşan manyetik akı, $\Phi = B.A.\cos\alpha$ formülü ile hesaplanır.

I.şekilde tel çerçevenin içinden manyetik alan çizgisi geçmediği için, $\Phi_1 = 0$ dır.

II.şekilde manyetik alan çizgileri tel çerçeve içinden dik olarak geçtikleri için, $\Phi_2 = B.A$ dır.

Bu durumda oluşan manyetik akı değişimi,

$\Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1 \Rightarrow \Delta\Phi = B.A - 0$

$\Delta\Phi = B.A$ olur.

Cevap A

## Çözüm 6

Düz telden geçen akımın halkanın bulunduğu tarafta oluşturduğu manyetik alanın yönü sağ el kuralına göre sayfa düzlemine dik dışarı doğrudur.

Halkada bir indüksiyon akımının oluşması için halka içinden geçen manyetik akının değiştirilmesi gerekir.

Telden geçen I akımı artırılırsa halkanın içinden geçen sayfa düzlemine dik dışarı doğru manyetik alan şiddetlenir. Bu durumda manyetik akı artar.

Lenz yasasına göre artan manyetik akıyı azaltıcı yönde bir indüksiyon akımı meydana gelir. Bu indüksiyon akımı halka içinde sayfa düzlemine dik içeri doğru bir manyetik alan üretebilmesi için sağ el kuralı gereğince I yönünde oluşur.

(I.Doğru)

Halka telden uzaklaştırılınca içinden geçen manyetik alan şiddeti azalacağından dolayı manyetik akı azalır.

Lenz yasası gereği bu manyetik akıyı artırıcı yönde bir indüksiyon akımı oluşur. Oluşan akım, sayfa düzlemine dik dışarı yönde manyetik alan oluşturacağı için yönü sağ el kuralından II yönünde olur.

(II.Doğru)

Halka tele paralel doğrultuda hareket ettirildiğinde, tele olan uzaklığı değişmeyeceğinden dolayı içinden geçen manyetik akı değişimi sıfır olur. Bundan dolayı indüksiyon akımı oluşmaz.

(III.Yanlış)

Cevap C

## Çözüm 7

Akım makarasında oluşacak indüksiyon emk sı,

$\varepsilon = -N.\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ formülü ile hesaplanır.

Mıknatısın manyetik alan şiddeti, mıknatıs ile akım makarası arasındaki uzaklık(d), akım makarasının içinden geçen akının değişimini $(\Delta\Phi)$ etkiler.

Mıknatısın v hızı $\Delta t$ yi etkiler. Bu durumda $\varepsilon$ etkilemiş olurlar.

Akım makarasının sarım sayısı formülde de görüldüğü gibi $\varepsilon$ yi etkiler.

Akım makarasında kullanılan R direnci sadece indüksiyon emk sından dolayı oluşan indüksiyon akımının şiddetini etkiler. İndüksiyon emk sının oluşmasına bir etkisi yoktur.

Cevap C

Fi Yayınları

**Çözüm 8**

(0 - t) zaman aralığında halka içinden geçen manyetik akı arttığı için halkada indüksiyon emk si oluşur. Bu emk den dolayı da indüksiyon akımı oluşur.

(I.Doğru)

(t - 2t) zaman aralığında halka içinden geçen manyetik akı değişmediği için manyetik akı değişimi sıfır olur. Bu durumda halkada indüksiyon emk oluşmaz.

(II.Doğru)

(2t - 3t) zaman aralığında grafiğin eğimi sabit olduğu için oluşan indüksiyon emk nin değeri sabittir.

Bundan dolayı oluşacak indüksiyon akımının değeri, halkanın direnci sabit olduğu için akımda sabittir.

(III.Yanlış)

Cevap C

## Test - 10

**Çözüm 1**

Alternatif akımın zaman içerisinde hem yönü hem de şiddeti değişir. (I.Doğru)

Alternatif akım manyetik alan içinde döndürülen iletken çerçevelerde manyetik akının değişmesi sonucu elde edilir.

Bu düzeneklerin olduğu cihazlara jeneratör denilir. Jeneratörlerde mekanik enerji elektrik enerjisine dönüştürülür. (II.Doğru)

Alternatif akım kısaca AC şeklinde gösterilir. (III.Doğru)

Cevap E

**Çözüm 2**

Alternatif akımla sığaçlar sürekli yüklenir ve boşalır.

E şıkkında verilen alternatif akımla sığaçlar yük depolayamaz ifadesi yanlıştır.

Cevap E

**Çözüm 3**

I ve II de ifade edilenler alternatif akımın doğru akıma göre avantajlarıdır. (I. ve II.Doğru)

Elektromıknatıslık doğru akımla elde edilir.

Elektromıknatıs yapılırken alternatif akım kullanılmaz. (III.Yanlış)

Cevap C

**Çözüm 4**

Piller doğru akım ile şarj edilir, alternatif akım ile şarj edilemezler

(I.Yanlış)

Elektroliz olayında ve metallerin kaplanmasında doğru akım kullanılır, alternatif akım kullanılmaz.

(II.Doğru)

Kaynakçılıkta doğru akım kullanılır. Alternatif akım ile kaynak yapılmaz.

(III.Doğru)

Cevap D

**Çözüm 5**

Alternatif akım kaynağına bir bobin bağlandığında değişen akımın yönü ve şiddeti bobin içinden geçen manyetik akıyı değiştirerek bobinde bir öz - indüksiyon emk sinin oluşmasını sağlar.

Oluşan bu emk den dolayı bobin, devre akımına karşı bir tepki olarak zorluk gösterir ve akımı geciktirir. Bu zorluk bobinin indüktif reaktansıdır. (I.Doğru)

İndüktif reaktans kaynak frekansı ile doğru orantılı değişir. Düşük frekanslarda indüktif reaktans azalır ve kaynak gerilimi sabitken devre akımı artar. (II.Doğru)

İndüktif reaktansın, elektrik enerjisini ısı enerjisine çevirme gibi bir işlevi yoktur. (III.Doğru)

Cevap E

Fi? Yayınları

**Çözüm 6**

Alternatif akım üretmeye yarayan cihazlara alternatör denir. Jeneratörle alternatif akım üretiliyorsa jeneratöre alternatör denilir.

(I.Doğru)

Jeneratörlerin tasarımı doğru akımı üretecek şekilde olursa bir dinamo üretilmiş olur.

(II.Doğru)

Jeneratörlerde enerji depolanmaz, elektrik enerjisi üretilir. Sığaçlar da ise üretilen elektrik enerjisi depolanır. Bundan dolayı jeneratör sığaç değildir.

(III.Yanlış)

Cevap C

**Çözüm 7**

Bir dirençten t süresince geçirilen alternatif akımdan dolayı açığa çıkan ısı enerjisini, aynı sürede aynı dirençten aynı miktarda çıkmasını sağlayan doğru akımın değeri alternatif akımın etkin değeri olarak adlandırılır. Yani alternatif akımın doğru akımdaki karşılığıdır.

K ve L özdeş dirençlerinden t sürede aynı miktarda ısı çıkıyorsa K den geçen alternatif akımın etkin değeri, L den geçen doğru akım değerine eşit olur.

(I.Doğru)

Daima K direncinden geçen alternatif akımın maksimum değeri, K den geçen alternatif akımın etkin değerinden büyüktür.

(II.Yanlış)

K ve L nin dirençleri aynı ve K den geçen etkin akım ile L den geçen doğru akım eşit olunca V = I.R ohm yasası gereği K nin uçları arasındaki etkin gerilim ile L nin uçları arasındaki gerilim birbirine eşit olur.

(III.Doğru)

Cevap D

**Çözüm 8**

Alternatif akım devrelerinde frekans, sığacın kapasitif reaktansı $X_C$ yi ters orantılı, bobinin indüktif reaktansı $X_L$ yi doğru orantılı etkiler.

Alternatif akım devrelerinin eş değer direnci Z empedanstır.

Buna göre; K ve L devrelerinde kaynak frekansı artırıldığında, K devresinin empedansı $Z_K$ azalır, L devresinin empedansı $Z_L$ ise artar.

Cevap C

**Çözüm 9**

Şekil - I de bobin alternatif akıma karşı $X_L$ direncine sahip olurken, Şekil - II de ise doğru akıma karşı böyle bir direnç etkisi göstermez. Bundan dolayı Şekil - II de eş değer direnç sadece lambanın direnci olurken Şekil - I de ise lamba direncinin yanında $X_L$ de oluştuğu için Şekil - I deki devrenin eşdeğer direnci Şekil - II dekinden daha büyüktür.

(I.Doğru)

Ohm yasası gereği aynı gerilim altında direncin küçük olduğu devreden daha büyük akım geçer. Bundan dolayı Şekil - I deki devreden Şekil - II deki devreye göre daha küçük bir akım geçer. Buna göre Şekil - II deki devreden daha büyük bir akım geçince lambanın parlaklığı Şekil - I dekine göre daha fazla olur.

(II.Yanlış)

Ampermetrelerde ölçülen akım şiddeti değerleri eşit olmaz. Şekil - I deki akım daha küçük, Şekil - II deki ise daha büyük olarak ölçülür.

(III.Yanlış)

Cevap A

**Çözüm 10**

Şekildeki alternatif akım devresinde frekans rezonans frekansına getirildiğinde $X_L = X_C$ olur.

(II.Doğru)

Rezonans durumunda olan devrede empedans Z = R olur. Bu empedansın devrede alabileceği en küçük değerdir.

(I.Doğru)

$V_e = i.R$ ve $Z = R$ için devrenin etkin gerilimi sabitken empedans azalınca dirençten geçen akım en aza indirilmiş olur.

(III.Doğru)

Cevap B

Fi' Yayınları

## ÇÖZÜMLERİ

## Test - 11

### Çözüm 1

Transformatör, sadece alternatif akım ile çalışır. Doğru akım ile çalışmaz.

(I.Doğru)

Transformatörün işlevi girişteki alternatif gerilimi yükseltmek ya da düşürmektir.

(II.Doğru)

Transformatör, girişine verilen gücü artırmaz.

(III.Yanlış)

Cevap C

### Çözüm 2

Elektrik santrallerinde üretilen alternatif akımın gerilimi transformatörler ile yükseltilerek şehirlere iletilir. Şehirlerdeki trafo merkezlerinde bulunan transformatörler ile günlük yaşamda kullanılacak gerilim değerine düşürülür.

(I.Doğru)

Barajlarda üretilen alternatif akım gerilimi şehirlere iletilmesi için transformatörler ile yükseltilir.

(II.Doğru)

Transformatörler, alternatif akımı doğru akıma çevirmezler.

(III.Yanlış)

Cevap C

### Çözüm 3

İdeal transformatörlerde giriş gücü, çıkış gücüne daima eşit olur.

(I.Doğru)

İdeal transformatörlerde çıkış gerilimi sarım sayısına bağlı olarak yükseltilip alçaltılabilir.

(II.Yanlış)

Giriş gücü çıkış gücüne eşit olduğu için sarım sayısına bağlı olarak çıkış gerilimi yükseltildiğinde çıkıştaki akımın şiddeti azalır.

(III.Doğru)

Cevap D

### Çözüm 4

Bir transformatörde,

$\frac{V_P}{V_S} = \frac{N_P}{N_S}$ dir.

Buna göre,

$\frac{120}{V_S} = \frac{800}{300}$

Buradan, $V_S = 45$ volt bulunur.

Cevap C

### Çözüm 5

Bir transformatörde,

$\frac{V_P}{V_S} = \frac{N_P}{N_S}$ dir.

Buna göre,

$\frac{V_P}{V_S} = \frac{N}{3N} = \frac{1}{3}$ olur. (I.Doğru)

Transformatör ideal olduğu için giriş gücü, çıkış gücüne eşittir.

$i_P V_P = i_S . V_S$ den $\frac{V_P}{V_S} = \frac{i_S}{i_P} = \frac{1}{3}$ ise $\frac{i_P}{i_S} = 3$ olur. (II.Yanlış)

$\frac{V_P}{V_S} = \frac{N}{3N} = \frac{1}{3}$ ten $V_S = 3V_P$ olur.

Görüldüğü gibi çıkış gerilimi giriş geriliminin 3 katı olduğu için bu transformatör yükselten bir transformatördür.

Cevap E

Fİ Yayınları

### Çözüm 6

Bir transformatörde,

$\frac{V_P}{V_S} = \frac{N_P}{N_S}$ dir.

Buna göre,

$\frac{V_1}{V_2} = \frac{4N}{N}$ den, $V_1 = 4V_2$ olur.

Transformatörün verimi, $\frac{\text{Çıkış gücü}}{\text{Giriş gücü}}$ oranı ile hesaplanır.

Buna göre;

$\frac{i_2.V_2}{i_1.V_1} = \frac{60}{100} = \frac{3}{5}$ eşitliğinden,

$\frac{i_2.V_2}{i_1.4V_2} = \frac{3}{5}$ ise, $\frac{i_1}{i_2} = \frac{5}{12}$ olarak bulunur.

Cevap **B**

### Çözüm 8

Transformatörler için,

$\frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2} \cdot \frac{N_3}{N_4}$ eşitliği kullanılırsa,

$\frac{10}{V} = \frac{N}{3N} \cdot \frac{6N}{4N}$ ifadesinden,

$\frac{10}{V} = \frac{1}{2}$ ise $V = 20$ V olarak bulunur.

Cevap **C**

Yayınları

### Çözüm 7

Bir transformatörde,

$\frac{V_P}{V_S} = \frac{N_P}{N_S}$ dir.

Buna göre,

A şıkkında, $\frac{30}{V_2} = \frac{N}{2N}$ den, $V_2 = 60$ V olur.

B şıkkında, $\frac{90}{V_2} = \frac{3N}{2N}$ den, $V_2 = 60$ V olur.

C şıkkında, $\frac{30}{V_2} = \frac{N}{3N}$ den, $V_2 = 90$ V olur. (Farklı gerilim)

D şıkkında, $\frac{120}{V_2} = \frac{2N}{N}$ den, $V_2 = 60$ V olur.

E şıkkında, $\frac{60}{V_2} = \frac{N}{N}$ den, $V_2 = 60$ V olur.

Cevap **C**

### Çözüm 9

Şekildeki gibi yanyana bağlanmış X, Y transformatörlerinde L bobininden alınan çıkış gerilimi $V_L$, M bobininin girişine verilir.

Bundan dolayı $V_L = V_M$ dir.

Buna göre; $V_2 > V_1$ olması için,

$N_K > N_L$ için $V_1 > V_L = V_M$ (X alçaltan)

$N_P > N_M$ için $V_2 > V_1 > V_L = V_M$ (Y yükselten) (I.Olabilir)

$N_L > N_K$ için $V_L = V_M > V_K$ (X yükselten)

$N_P > N_M$ için $V_2 > V_L = V_M > V_1$ (Y yükselten) (II.Olabilir)

$N_K > N_L$ için $V_1 > V_L = V_M$ (X alçaltan)

$N_M > N_P$ için $V_L = V_M > V_2$ (Y alçaltan)

Bu durumda $V_1 > V_2$ olur. (III.Kesinlikle yanlış)

Cevap **E**

## Ünite Tarama - 1 (Test - 12)

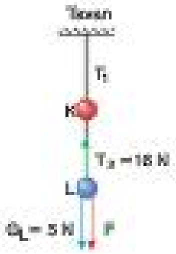
### Çözüm 1

Tavana bağlı ipte oluşan gerilme kuvveti daima toplam ağırlığı taşır. Elektrik kuvvetin bu ipteki gerilme kuvvetine etkisi olmaz.

$T_1 = G_K + G_L = 3 + 5 = 8$ N bulunur.

$\frac{T_1}{T_2} = \frac{1}{2} \Rightarrow T_2 = 2T_1 = 2.8 = 16$ olur.

$T_2$ nin değeri, taşıdığı L cisminin ağırlığından fazla olması L nin dengesinin sağlanması için K nin L ye şekildeki gibi F elektriksel itme kuvveti uygulaması anlamına gelir.




Buna göre; $T_2 = G_L + F \Rightarrow 16 = 5 + F \Rightarrow F = 11$ N olur.

Cevap C

### Çözüm 2

$C = \frac{q}{V} \Rightarrow q = C.V$ ve $C = \varepsilon_0 . \frac{A}{d}$ formüllerine göre;

X için,

$q_X = \varepsilon_0 . \frac{A}{2d} . V = \frac{1}{2} \varepsilon_0 . \frac{A}{d} . V$

Y için,

$q_Y = 2\varepsilon_0 . \frac{A}{d} . 2V = 4 \varepsilon_0 . \frac{A}{d} . V$

Buna göre;

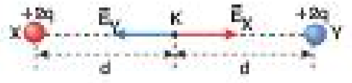
$\frac{q_X}{q_Y} = \frac{1}{8}$ bulunur.

Cevap A

### Çözüm 3

X ve Y yüklü kürelerinin K noktasında oluşturdukları elektrik alanların şiddeti,

Şekil - I




$E_X = k.\frac{q}{d^2}$ ve $E_Y = k.\frac{3q}{d^2}$ olurken yönleri de Şekil - I deki gibi olur.

Bu iki elektrik alanın bileşkesinin büyüklüğü,

$\vec{E}_K = \vec{E}_X + \vec{E}_Y \Rightarrow E_K = E = E_Y - E_X = k.\frac{3q}{d^2} - k.\frac{q}{d^2} = k.\frac{2q}{d^2}$

Kürelerin K noktasındaki toplam elektrik potansiyeli ise,

$V_K = V = k.\frac{q}{d} + k.\frac{3q}{d} = k.\frac{4q}{d}$ olur.

X ve Y özdeş iletken küreleri birbirine dokundurulup ayrıldığında, toplam yük $q + 3q = 4q$ yükünü yarı yarıya paylaşarak yüklerini $+2q$ yaparlar. Bu durumda, X ve Y yüklü kürelerinin K noktasında oluşturdukları elektrik alanların şiddeti

$E_X = E_Y = k.\frac{2q}{d^2}$ ve yönleri de Şekil - II deki gibi olur.

$\vec{E}_K = \vec{E}_X + \vec{E}_Y \Rightarrow E_K = E_X - E_Y = k.\frac{2q}{d^2} - k.\frac{2q}{d^2} = 0$

Kürelerin K noktasındaki toplam elektrik potansiyelleri ise,

$V_K = k.\frac{2q}{d} + k.\frac{2q}{d} = k.\frac{4q}{d} = V$ olur.

Cevap B

### Çözüm 4

+ yükler elektrik alan yönünde taşındıklarında elektrik kuvvetin iş yapmasından dolayı potansiyel enerjisi azalır, elektrik alana zıt yönde taşındıklarında elektrik kuvvete karşı iş yapılır ve yükün potansiyel enerjisi artar.

Buna göre;

+ q yükü K dan O ya giderken alan yönünde gittiği için potansiyel enerjisi azalır. (I.Doğru)

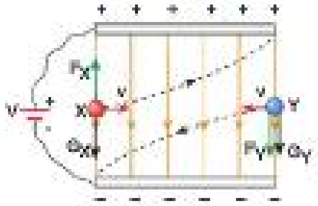
+ q yükü O dan L ye giderken elektrik alanı dik kesen çizgi üzerinde hareket eder. Elektrik alanı dik kesen noktaların elektrik potansiyelleri aynı olduğu için potansiyel fark sıfırdır. Bu durumda iş yapılmamış olur ve potansiyel enerji değişmez. (II.Doğru)

K dan O ya +q yükü giderken yapılan iş − W ise L den K ye giderken yapılan iş + W olur. (III.Yanlış)

Cevap C

## Çözüm 5

Düzgün elektrik alan içerisinde bulunan yüklü cisimlerden + elektrik ile yüklü olana alan yönünde, − elektrik ile yüklü olana ise alana zıt yönde elektrik kuvvet etkir. Buna göre X ve Y kürelerine etkiyen elektrik kuvvetler $F_X$ ve $F_Y$ şekildeki gibi olur.



Elektriksel kuvvetin büyüklüğü, $F = q.E$ den hesaplanır. X ve Y nin yük miktarları eşit ve ikisi de aynı düzgün elektrik alanı içinde olduğu için $F_X = F_Y = q.E$ olur. (I.Kesin doğru)

Şekilde görüldüğü gibi X in yukarıya doğru sapabilmesi için X e etkiyen elektrik kuvvet $F_X$, X in ağırlığı $G_X$ ten büyük olmalıdır. (III.Kesin doğru)

Y küresi + elektrikle yüklü olduğu için şekilde görüldüğü gibi elektrik kuvvet $F_Y$ ile Y nin ağırlığı $G_Y$ aynı yönde etkir. Y küresinin sapması ise $F_Y + G_Y$ toplamı sağlar. Bu ifadeden $F_Y$ ile $G_Y$ kıyaslanamayacağından dolayı X ve Y nin ağırlıkları arasındaki ilişki hakkında kesin bir şey söylenemez. (II.Kesin değil)

Cevap D

## Çözüm 6

Bir sığacın, yük miktarı – potansiyel fark grafiğinin eğimi

$C = \frac{q}{V}$ ifadesine göre sığacın sığasını verir.

$C = \varepsilon.\frac{A}{d}$ ifadesine göre de sığacın sığası(C), levhalar arasındaki yalıtkan maddenin elektriksel geçirgenlik katsayısı($\varepsilon$) ile doğru orantılıdır.

Grafikte eğimi en büyük olan M, en küçük olan K olduğu için sığaçların sığaları arasında,

$C_M > C_L > C_K$ ilişkisi vardır.

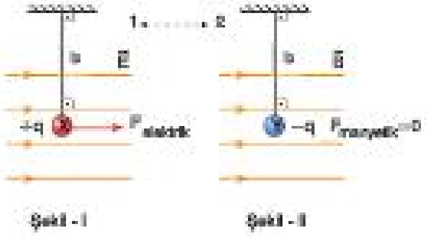
Buna göre, $\varepsilon_M > \varepsilon_L > \varepsilon_K$ ilişkisi olduğu görülür.

Cevap C

## Çözüm 7

Düzgün manyetik alan içinde bulunan + elektrikle yüklü cisimlere alan yönünde elektrik kuvvet etkir.

Bundan dolayı + q yüklü X cismine şekildeki gibi 2 yönünde elektrik kuvvet etkiyeceğinden dolayı X cismi 2 yönünde harekete geçer.



− q yüklü Y cismi düzgün manyetik alan içinde durgun olarak bulunuyorken serbest bırakıldığında Y cismine manyetik kuvvet etkimez.

Çünkü manyetik kuvvetin oluşması için yüklü Y cisminin manyetik alana dik bir hızla hareket ediyor olması gerekir.

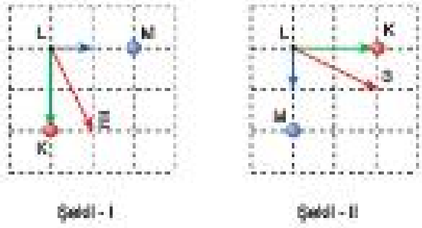
Bundan dolayı Y cismi hareketsiz kalır.

Cevap D

Fri Yayınları

## Çözüm 8

L noktasında oluşan bileşke manyetik alan vektörü dik bileşenlerine ayrıldığında Şekil - I deki gibi K ve L noktalarındaki yüklerin L de oluşturduğu elektrik alan vektörleri bulunur.



K ve M noktalarındaki yükler yer değiştirdiğinde yüklerin L noktasına uzaklıkları, yük miktarları ve yük işaretleri değişmediği için L noktasında oluşturukları elektrik alan vektörleri aynı büyüklükte Şekil - II deki gibi olur.

Buna göre, L noktasında oluşan elektrik alan vektörlerinin bileşkesi Şekil - II deki gibi olur.

Cevap C

## Ünite Tarama - 2 (Test - 13)

### Çözüm 1

Mıknatıs bobinin merkez ekseni üzerinde bobine yaklaşırken bobin içinden geçen manyetik akı artmaya başlar.

Lenz yasasına göre bu akıyı azaltacak yönde bir indüksiyon akımı oluşur. Oluşan bu akım sağ el kuralına göre direnç üzerinden 1 yönünde geçer.

Mıknatıs bobin içinde hareket ederken bobin içinden geçen manyetik akıda değişim olmayacağı için indüksiyon akımı oluşmaz. Direnç üzerinden akım geçmez.

Mıknatıs bobin içinden çıkarılırken bobin içinden geçen manyetik akı azalmaya başlar.

Lenz yasasına göre bu akıyı artıracak yönde bir indüksiyon akımı oluşur. Oluşan bu akım sağ el kuralına göre direnç üzerinden 2 yönünde geçer.

Cevap E

### Çözüm 2

Sağ el kuralına göre her bir çembersel telden geçen akımın O noktasında oluşturduğu manyetik alanın yönü ve büyüklüğü aşağıdaki gibi bulunur.

$B_X = K.\frac{2\pi.3i}{3r} = B$ ⊗ yönde

$B_Y = K.\frac{2\pi.2i}{2r} = B$ ⊗ yönde

$B_Z = K.\frac{2\pi.i}{r} = B$ ⊙ yönde

Buna göre, bu manyetik alan vektörlerinin bileşkesinin büyüklüğü,

$B_O = B + B - B = B$ olarak bulunur.

Cevap B

### Çözüm 3

Birbirine paralel duran tellerden aynı yönlü akım geçirildiğinde teller birbirine eşit büyüklükte çekme kuvveti, zıt yönde akım geçirildiğinde ise eşit büyüklükte itme kuvveti uygular.

Buna göre, X ve Z tellerinin arasında bulunan Y telinin üzerine etkiyen bileşke manyetik kuvvetin sıfır olması için X ve Z nin ikisi de Y teline eşit büyüklükte itme ya da çekme kuvveti uygulamalıdır.

Bundan dolayı,

X ve Z den geçen akımlar $i_X$ ve $i_Z$ kesinlikle aynı yönlü olmalıdır.

(II.Kesin doğru)

$i_X$ ve $i_Y$ ya da $i_Z$ ve $i_Y$ aynı yönlü olabilir.

(I. ve II.Kesin değil)

Cevap E

### Çözüm 4

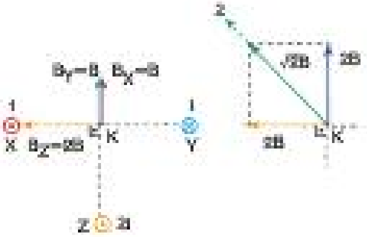
X, Y, Z tellerinden geçen akımların K noktasında oluşturduğu manyetik alan şiddetleri;

$B_X = K.\frac{2i}{a} = B$

$B_Y = K.\frac{2i}{a} = B$

$B_Z = K.\frac{2.2i}{a} = 2B$ olur.

Sağ el kuralına göre bu manyetik alan vektörleri ise şekildeki gibi olur.




Buna göre, manyetik alan vektörlerinin bileşkesi bulunduğunda, şekildeki gibi 2 yönünde $\sqrt{2}B$ büyüklüğünde bir manyetik alan oluşur.

Cevap B

## Çözüm 5

Elektrik motorlarında, manyetik alan içinde bulunan iletken bir çerçeveden elektrik akımı geçirildiğinde manyetik etkiden dolayı tel çerçeve dönmeye başlar. Böylece elektrik enerjisinden mekanik enerji elde edilmiş olur.

(I.Doğru)

Dinamolarda, mekanik bir etki ile manyetik alanda döndürülen iletken bir çerçeveden elektrik akımı alınır. Böylece mekanik enerji elektrik enerjisine dönüştürülmüş olur. Dinamolar mekanik enerjiyi elektrik enerjisine dönüşüren sistemlerdir.

(II.Doğru)

Dinamolarda elde edilen yönü ve şiddeti değişen indüksiyon akımı doğrultulur. Bundan dolayı dinamolara, doğru (tek yönlü) akım jeneratörleri de denir.

(III.Doğru)

Cevap E

## Çözüm 7

Transformatörün girişine doğru akım kaynağı bağlanırsa sürekli manyetik akı değişimi oluşturulamayacağından dolayı çıkışta gerilim elde edilemez.

(I.Doğru)

Transformatörde sarım sayıları ile gerilimler doğru orantılıdır. Bundan dolayı $N_1 > N_2$ ise $V_1 > V_2$ olur.

(II.Yanlış)

Transformatör alternatif gerilim ile çalışır. Transformatörün primerine alternatif gerilim uygulandığında sekonderden de alternatif gerilim alınır.

(III.Doğru)

Cevap E

Fırt Yayınları

## Çözüm 6

Lamba hem alternatif akım kaynağına hem de doğru akım kaynağına bağlansa sürekli yanar. Bundan dolayı X kaynağı için kesin bir şey söylenemez.

Y kaynağının bulunduğu devrede, lambanın sürekli yanabilmesi devreden sürekli akımın geçmesi gerekir. Sığacın bulunduğu bu devrede akımın sürekli geçebilmesi için Y kaynağının kesinlikle alternatif akım kaynağı olması gerekir.

Z kaynağının bulunduğu devrede, demir çekirdeğe sarılı bobine bağlı lambanın yanması manyetik akı değişimi ile gerçekleşir. Bu devrede sürekli manyetik akı değişimi oluşması için de Z kaynağının kesinlikle alternatif akım kaynağı olması gerekir.

Cevap D

## Çözüm 8

Transformatörler için,

$\frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2} \cdot \frac{N_3}{N_4}$ eşitliği kullanılırsa,

$N_1 = 2N$, $N_2 = 4N$, $N_3 = 6N$, $N_4 = 2N$ için,

$\frac{V_1}{V_2} = \frac{2N}{4N} \cdot \frac{6N}{2N} = \frac{6}{4} = \frac{3}{2}$ olur.

Buradan da,

$V_2 = \frac{2}{3} V_1$ ifadesinden,

$V_2 < V_1$ olur.

Cevap C

# ÜNİTE 3

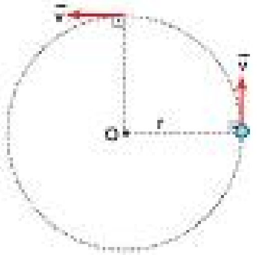
# ÇEMBERSEL HAREKET

PRF YAYINLARI

Hedefine Paraf At

O merkezli, r yarıçaplı çembersel bir yörünge etrafında dönen cismin yaptığı harekete **çembersel hareket** denir.

- Cisim çembersel yörünge etrafında dönerken şekildeki gibi hız büyüklüğü değişmiyorsa, hareketi düzgün çembersel harekettir.

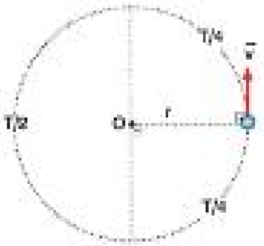



## PERİYOT, FREKANS, ÇİZGİSEL HIZ VE AÇISAL HIZ KAVRAMLARI

### Periyot (T)

Düzgün çembersel hareket yapan cismin bir tam tur atması için geçen zamana denir. Birimi saniyedir.

- Cismin hız büyüklüğü sabit olduğundan, cisim şekildeki gibi eşit süreler boyunca eşit açılar tarar.




### Frekans (f)

Düzgün çembersel hareket yapan cismin birim zamandaki tur sayısıdır. Birimi hertz ya da $s^{-1}$ dir.

- Periyot ile frekans arasında, $T.f = 1$ ilişkisi vardır.

### Çizgisel Hız ($\vec{v}$)

Düzgün çembersel hareket yapan cismin birim zamanda aldığı yoldur. Çizgisel hız vektörü yörüngeye daima teğettir. Birimi m/s dir.

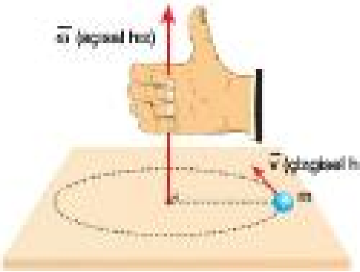
$$V = \frac{2\pi r}{T} \quad \text{ya da} \quad V = 2\pi r f$$

### Açısal Hız ($\vec{\omega}$)

Düzgün çembersel hareket yapan cismin yarıçap vektörünün birim zamanda taradığı açıya denir. Birimi rad/s dir.

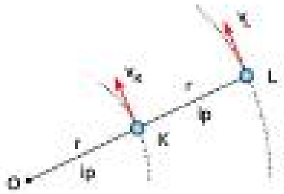
$$\omega = \frac{2\pi}{T} \quad \text{ya da} \quad \omega = 2\pi f$$

- Açısal hız vektörel bir büyüklüktür. O noktası etrafında saat yönüne ters yönde dönmekte olan cismin açısal hızının yönü sağ el kuralına göre, şekildeki yöndedir.



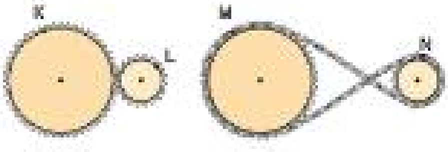

- Çizgisel hız ile açısal hız arasında, $v = \omega.r$ ilişkisi vardır.
- Düzgün çembersel hareket yapan, aynı ipe bağlı şekildeki K ve L cisimlerinin periyot, frekans ve açısal hızları eşittir.

$$T_K = T_L \quad , \quad f_K = f_L \quad , \quad \omega_K = \omega_L$$



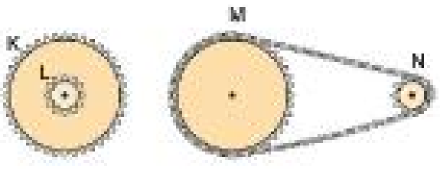

› Cisimlerin çizgisel hızları merkezden uzaklaştıkça artar. Yarıçapla doğru orantılıdır. $v_K = v$ ise $v_L = 2v$ dir.

- Şekildeki gibi birbirini döndüren dişli ve kasnakların, birbirine dokunduğu ve aynı kayış ya da zincirin geçtiği noktalardaki çizgisel hızlarının büyüklüğü birbirine eşittir.




$v_K = v_L$ $\quad$ $v_M = v_N$

- Birbirini döndüren dişli ve kasnakların açısal hızlarının büyüklüğü tur sayılarıyla doğru orantılıdır.




$\omega_K = \omega_L$ $\quad$ $\omega_M < \omega_N$

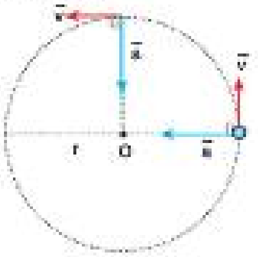
Fırat Yayınları

## MERKEZCİL İVME

Düzgün çembersel harekette çizgisel hızın büyüklüğü sabit olsa bile yönü sürekli değişir. Bu nedenle düzgün çembersel hareket ivmeli bir harekettir.

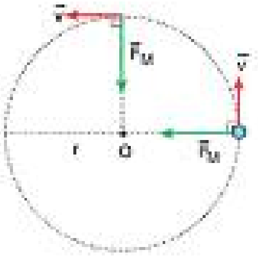
$$a = \frac{v^2}{r} \quad \text{ya da} \quad a = \omega^2.r$$

- İvme vektörü, yarıçap vektörü doğrultusunda ve şekildeki gibi daima merkeze doğru olduğundan düzgün çembersel harekette ivme, merkezcil ivme olarak adlandırılır.




## MERKEZCİL KUVVET

Düzgün çembersel harekette merkezcil ivmenin oluşması için cisme net kuvvet etki etmesi gerekir. Buna göre, bir cismin düzgün çembersel hareket yapması için, hız vektörüne dik doğrultuda ve şekildeki gibi sürekli merkeze yönelik olarak cisme etki eden kuvvete **merkezcil kuvvet** denir.




$$F_M = m.\frac{v^2}{r} \quad \text{ya da} \quad F_M = m.\omega^2.r$$

### Not

- Düzgün çembersel hareket yapan bir cisme etki eden net kuvvet merkezcil kuvvete eşittir. Net kuvvet sıfırdan farklı olduğundan, düzgün çembersel hareket yapan cisimler dengede değildir.
- Bir ipin ucuna bağlı taş yatay düzlemde düzgün çembersel hareket yaparken, taşa etki eden merkezcil kuvvet ipteki gerilme kuvvetidir. Benzer biçimde, viraj dönerken düzgün çembersel hareket yapan bir arabaya etki eden merkezcil kuvvet, tekerleklerine etki eden sürtünme kuvvetidir.

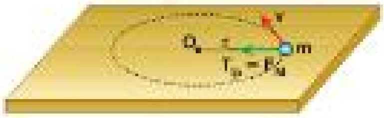
Fi Yayınları

## GÜNLÜK HAYATTA DÜZGÜN ÇEMBERSEL HAREKET YAPAN CİSİMLER

Günlük hayattaki düzgün çembersel hareket yapan cisimlerin hareketi yatay düzlemde ya da düşey düzlemde gerçekleşebilir.

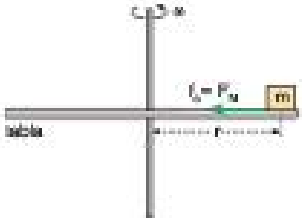
### Yatay Düzlemde Düzgün Çembersel Hareket

- m kütleli bir cisim, r uzunluğundaki ipe bağlanarak sürtünmesiz bir masa üzerinde döndürüldüğünde, cisme etki eden merkezcil kuvvet ($F_M$), ipteki gerilme kuvvetidir.



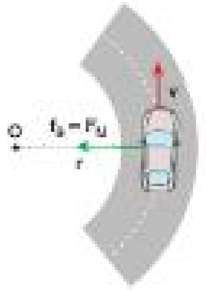

$$F_M = \frac{mv^2}{r} \Rightarrow T_{ip} = \frac{mv^2}{r}$$

- ω açısal hızıyla dönen bir mile bağlı sürtünmeli tabla üzerindeki m kütleli cisim şekildeki gibi r yarıçaplı yörüngede düşmeden düzgün çembersel hareket yapıyorsa, cisme etki eden merkezcil kuvvet, cisimle zemin arasındaki sürtünme kuvvetidir.



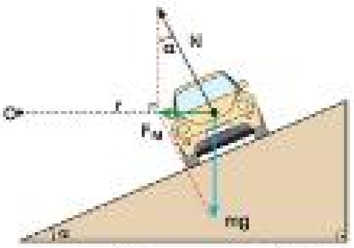

$$F_M = m\omega^2 r \Rightarrow f_s = m\omega^2 r$$

- v çizgisel hız büyüklüğüyle, şekildeki gibi O merkezli r yarıçaplı viraja giren bir araba güvenli bir biçimde virajı dönüyorsa, arabaya etki eden merkezcil kuvvet, araba ile zemin arasındaki sürtünme kuvvetidir.



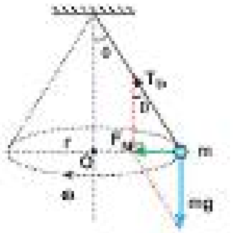

$$F_M = \frac{mv^2}{r} \Rightarrow f_s = \frac{mv^2}{r}$$

- Arabaların keskin virajları daha güvenli bir biçimde dönmeleri için bazı virajlar eğimli yapılır. Şekildeki gibi v çizgisel hız büyüklüğüyle O merkezli, r yarıçaplı düzgün çembersel hareket yapan araç kaymadan güvenli bir şekilde sürtünmesiz virajı dönüyorsa, arabaya etki eden merkezcil kuvvet, virajın arabaya gösterdiği tepki kuvveti ile arabanın ağırlığının bileşkesidir.



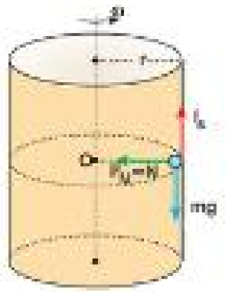

$$F_M = \frac{mv^2}{r} \Rightarrow \tan\alpha = \frac{v^2}{gr}$$

- Bir ipin ucuna bağlı olan m kütleli cisim şekildeki gibi ω açısal hızıyla, O merkezli r yarıçaplı düzgün çembersel hareket yapıyorsa, cisme etki eden merkezcil kuvvet cismin ağırlığıyla ipteki gerilme kuvvetinin bileşkesidir.




$$F_M = m\omega^2 r \Rightarrow \tan\alpha = \frac{\omega^2 r}{g}$$

- ω açısal hızıyla dönen dik silindirin içinde kaymadan duran m kütleli cisim O merkezli, r yarıçaplı yörüngede düzgün çembersel hareket yapıyorsa, cisme etki eden merkezcil kuvvet, silindirin cisme gösterdiği tepki kuvvetidir. Cismin düşmemesi için $f_s$ = mg olmalıdır.



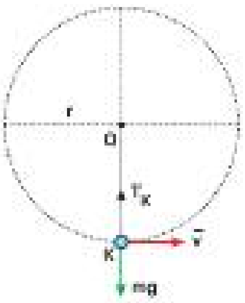

$$F_M = m\omega^2 r \Rightarrow N = m\omega^2 r$$

$$f_s = mg \Rightarrow k.N = mg \Rightarrow k.m\omega^2 r = mg$$

## Düşey Düzlemde Düzgün Çembersel Hareket

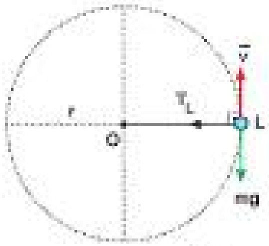
Bir ipin ucuna bağlı olarak, O merkezli, r yarıçaplı yörüngede v çizgisel hızıyla düzgün çembersel hareket yapan düşey düzlemdeki m kütleli cismin yörüngesi boyunca ipteki gerilme kuvvetinin büyüklüğü sürekli değişir.

- K noktasından geçerken cisme etki eden merkezcil kuvvet ipteki gerilme kuvveti ile cismi ağırlığının bileşkesidir. Bu konumdan geçerken ipteki gerilme kuvvetinin büyüklüğü maksimum olur.



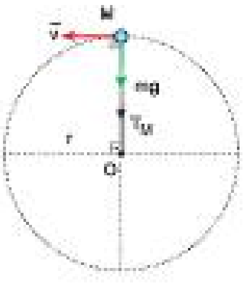

$$F_M = T_K - mg \Rightarrow T_K = mg + \frac{mv^2}{r}$$

- L noktasından geçerken cisme etki eden merkezcil kuvvet ipteki gerilme kuvvetidir.




$$F_M = T_L \Rightarrow T_L = \frac{mv^2}{r}$$

- M noktasından geçerken cisme etki eden merkezcil kuvvet cismin ağırlığı ile ipteki gerilme kuvvetinin bileşkesidir. Bu konumdan geçerken ipteki gerilme kuvvetinin büyüklüğü minimum olur.

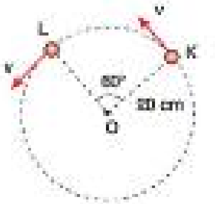



$$F_M = T_M + mg \Rightarrow T_M = \frac{mv^2}{r} - mg$$

Fr Yayınları

## Örnek - 1

O merkezli 20 cm yarıçaplı çembersel yörüngede şekildeki gibi düzgün çembersel hareket yapan cismin çizgisel hızının büyüklüğü v dir.




**Cisim K den L ye 2 s de geldiğine göre; v kaç m/s dir?**
($\pi$ = 3 alınız)

A) 0,1 B) 0,2 C) 0,3 D) 0,4 E) 0,6

## Çözüm

Cisim bir periyotluk (T) sürede 360° döner. Buna göre, 60° yi 2 s de dönüyor ise 360° yi, T = 12 s de dönmüş olacaktır.

Çizgisel hızın büyüklüğü $v = \frac{2\pi.r}{T}$ ifadesi ile bulunur.

Buna göre, $v = \frac{2.3.0,2}{12}$ $\Rightarrow$ v = 0,1 m/s olur.

Cevap A

## Örnek - 2

Şekildeki X ve Y kasnakları $O_1$ ve $O_2$ merkezleri etrafında serbestçe dönebilmektedir. X kasnağının üzerindeki K noktasının merkezcil ivmesinin büyüklüğü $a_K$, Y kasnağı üzerindeki L noktasınınki ise $a_L$ dir.

**Buna göre; $\frac{a_K}{a_L}$ oranı kaçtır?**

A) 4 B) 2 C) 1 D) $\frac{1}{2}$ E) $\frac{1}{4}$

## Çözüm

X ve Y kasnaklarının birlikte dönebilmesi için çizgisel hızları eşit büyüklükte olmalıdır. Çizgisel hıza v denilirse,

$v = \omega_X.2r$ ve $v = \omega_Y.r$ $\Rightarrow$ $\omega_Y = 2\omega_X$ olur. Buna göre, K ve L noktaları için $\omega_L = 2\omega_X$ olur. $\omega_K = \omega$ ise $\omega_L = 2\omega$ olur.

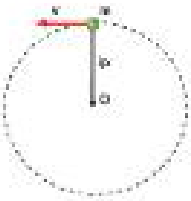
$a = \omega^2.r$ ifadesinden, $a_K = \omega^2.r$, $a_L = 4\omega^2.r$

$\frac{a_K}{a_L} = \frac{\omega^2.r}{4\omega^2.r} = \frac{1}{4}$ bulunur.

Cevap E

## Örnek - 3

Bir ipin ucuna bağlı m kütleli boncuk şekildeki gibi düşey düzlemde düzgün çembersel hareket yapıyor. Boncuk en tepe noktadan geçerken merkezcil ivmesi $\vec{a}$, ağırlığı $\vec{G}$, ip gerilme kuvveti $\vec{T}$ dir.




**Buna göre; $\vec{a}$, $\vec{G}$, $\vec{T}$ nin gösterimi aşağıdakilerden hangisidir?**

A)


B)


C)


D)


E)


## Çözüm

Boncuk düşey düzlemde düzgün çembersel hareket yaparken merkezcil ivmesi $\vec{a}$ nın yönü daima merkeze doğrudur.

Buna göre en tepe noktada, $\vec{G}$ ağırlık aşağı yönde ve $\vec{T}$ ip gerilme kuvveti cismi çekecek yönde yani şekildeki gibi olur.

Cevap B

## Örnek - 4

Kütlesi m olan bir cisim r yarıçaplı çembersel yörüngede v büyüklüğündeki çizgisel hızla düzgün çembersel hareket yaparken cisme etkiyen merkezcil kuvvetin büyüklüğü F dir.

**Buna göre, cismin 2r yarıçaplı yörüngede F büyüklüğündeki merkezcil kuvvetle dönebilmesi için çizgisel hızının büyüklüğü kaç v olmalıdır?**

A) $\frac{\sqrt{2}}{2}$ B) 1 C) $\sqrt{2}$ D) 2 E) $2\sqrt{2}$

## Çözüm

Cisim r yarıçaplı yörüngede dönerken, $F = m.\frac{v^2}{r}$ dir.

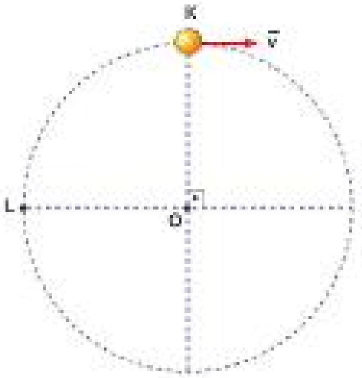
Cisim 2r yarıçaplı yörüngede dönerken, $F = m.\frac{v_{son}^2}{2r}$ dir.

Buna göre, $v_{son} = \sqrt{2}v$ olur.

Cevap C

Fri Yayınları

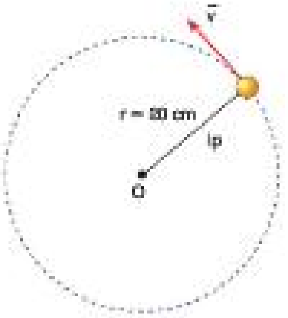
**1.** O merkezli çembersel yörünge üzerinde bir cisim şekildeki gibi düzgün çembersel hareket yapmaktadır.




**Cisim K noktasından L noktasına 6 s de geldiğine göre, bu cismin periyodu kaç s dir?**

A) 4 B) 6 C) 8 D) 10 E) 12

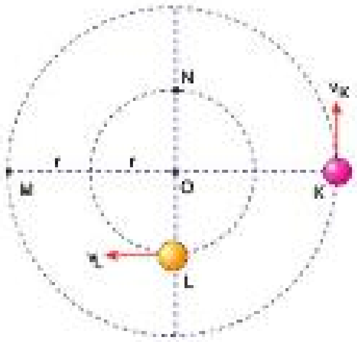
**2.** Yatay düzlemde 20 cm uzunluğundaki ipin ucuna bağlanmış bir boncuk, $\vec{v}$ çizgisel hızıyla O noktası etrafında şekildeki gibi düzgün çembersel hareket yapmaktadır.




**Boncuk saniyede 5 tur yaptığına göre; $\vec{v}$ çizgisel hızının büyüklüğü kaç m/s dir?**
($\pi$ = 3 alınız.)

A) 3 B) 6 C) 10 D) 12 E) 24

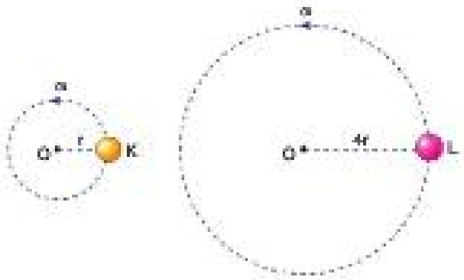
**3.** Düzgün çembersel hareket yapan K ve L cisimleri şekildeki konumlarından geçtikten 6 s sonra M ve N noktalarına ilk kez geliyorlar.




**K nin çizgisel hızının büyüklüğü $v_K$, L ninki $v_L$ olduğuna göre, $\frac{v_K}{v_L}$ oranı kaçtır?**

A) $\frac{2}{3}$ B) 1 C) $\frac{4}{3}$ D) $\frac{3}{2}$ E) 2

**4.** K ve L cisimleri r ve 4r yarıçaplı çembersel yörüngelerde şekildeki gibi eşit büyüklükteki $\omega$ açısal hızlarıyla düzgün çembersel hareket yapmaktadır.




**Cisimlerin merkezcil ivmelerinin büyüklükleri $a_K$ ve $a_L$ olduğuna göre, $\frac{a_K}{a_L}$ oranı kaçtır?**

A) $\frac{1}{4}$ B) $\frac{1}{2}$ C) 1 D) 2 E) 4

Fif Yayınları

**5.**

**Düzgün çembersel hareket yapan şekildeki dönme dolabının herhangi bir koltuğunda oturmakta olan yolcunun, yolculuğu süresince,**

I. Çizgisel hızı değişmez.

II. Merkezcil ivmesinin büyüklüğü değişmez.

III. Merkezcil kuvvetinin yönü sürekli değişir.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) II ve III D) I ve II E) I, II ve III

**6. Düzgün çembersel hareket yapan bir cismin,**

I. Merkezcil ivme vektörü, çizgisel hız vektörüne daima dik olur.

II. Merkezcil ivme vektörü, merkezcil kuvvet vektörü ile aynı yönlüdür.

III. Çizgisel hız vektörü ile açısal hız vektörü aynı yönlüdür.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) II ve III

**7.**

**Yatay virajı, sabit süratle şekildeki gibi dönmekte olan bir araca etkiyen merkezcil kuvvet ile ilgili,**

I. Aracı çembersel yörüngede döndüren net kuvvettir.

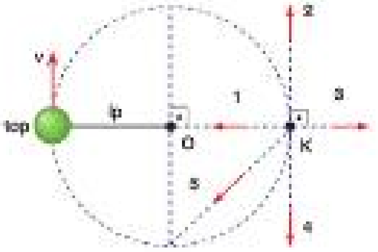
II. Merkezcil ivmenin oluşmasını sağlar.

III. Yönü daima çembersel yörüngenin merkezine doğrudur.

**yukarıdaki yargılardan hangileri doğrudur?**

A) I, II ve III B) I ve II C) II ve III D) I ve III E) Yalnız III

**8.** Zeynep, bir ipin ucuna bağladığı küçük bir topu, sürtünmesiz yatay düzlemde O noktası etrafında döndürerek şekildeki gibi topa düzgün çembersel hareket yaptırıyor.



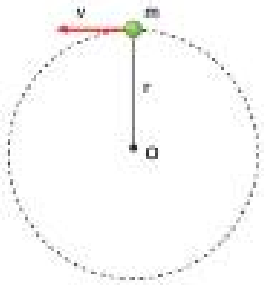

**Top, K noktasına geldiğinde, Zeynep ipi bıraktığına göre, bu andan sonra topun hareket yönü numaralandırılmış yönlerden hangisidir?**

A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 5

Test - 1 1-C 2-B 3-E 4-A 5-C 6-D 7-A 8-D

Fıf Yayınları

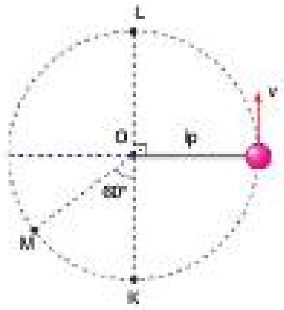
**1.** R yarıçaplı çembersel yörünge üzerinde v çizgisel hız büyüklüğü ile düzgün çembersel hareket yapan şekildeki m kütleli cisme etkiyen merkezcil kuvvetin büyüklüğü F dir.




**Buna göre, çembersel yörüngenin yarıçapı ile cismin çizgisel hızının büyüklüğü 2 katına çıkarılırsa, cisme etkiyen merkezcil kuvvetin büyüklüğü kaç F olur?**

A) $\frac{1}{4}$ B) $\frac{1}{2}$ C) 2 D) 4 E) 8

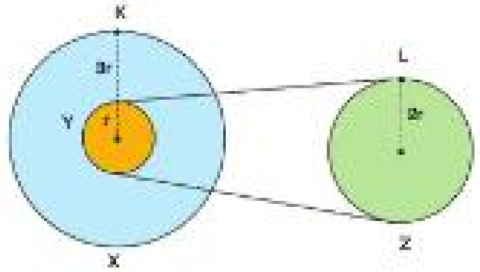
**2.** Bir ipin ucuna bağlı olan top, şekildeki gibi düşey düzlemde düzgün çembersel hareket yapmaktadır. Topa K, L ve M noktalarından geçerken etkiyen merkezcil kuvvetin büyüklükleri $F_K$, $F_L$ ve $F_M$ olmaktadır.




**Buna göre; $F_K$, $F_L$ ve $F_M$ arasındaki ilişki nedir?**
(cos60° = 0,5)

A) $F_K > F_L > F_M$ B) $F_K > F_M > F_L$
C) $F_L > F_M > F_K$ D) $F_K = F_L = F_M$
E) $F_K = F_L > F_M$

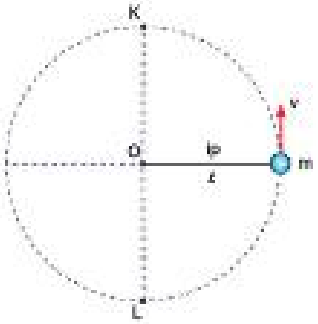
**3.** Yarıçapları 3r, r, 2r olan şekildeki X, Y, Z kasnakları merkezleri etrafında dönebilirken X ve Y aynı merkez etrafında dönebilecek şekilde birbirine yapışıktır. Bu durumdayken K noktasının açısal hızının büyüklüğü $\omega_K$, L ninki $\omega_L$ dir.




**Buna göre, $\frac{\omega_K}{\omega_L}$ oranı kaçtır?**

A) $\frac{1}{2}$ B) $\frac{2}{3}$ C) $\frac{4}{3}$ D) $\frac{3}{2}$ E) 2

**4.** Düşey düzlemde ℓ uzunluğundaki ipin ucuna bağlanmış m kütleli bilyeye şekildeki gibi v çizgisel hızıyla düzgün çembersel hareket yaptırıldığında en tepedeki K noktasından ancak geçebiliyor.

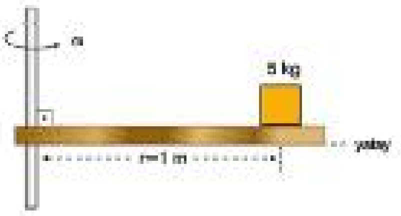



**Buna göre, bilye en alttaki L noktasından geçerken ipteki gerilme kuvveti kaç mg olur?**
(g: Yer çekimi ivmesi)

A) 1 B) $\frac{3}{2}$ C) 2 D) $\frac{5}{2}$ E) 3

Yayınları

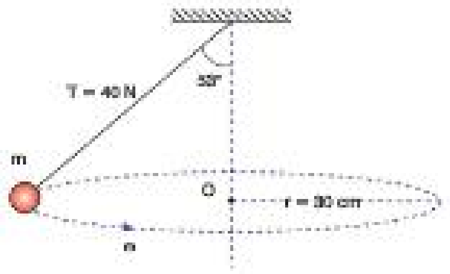
**5.** Sabit ω açısal hızıyla döndürülen şekildeki sürtünmeli yatay tabla üzerindeki 5 kg kütleli blok, tabla ile beraber savrulmadan ancak dönüyor. Blok ile yatay tabla arasındaki sürtünme katsayısı 0,4 tür.




**Buna göre, ω açısal hızının büyüklüğü kaç rad/s dir?**
($g = 10\ m/s^2$)

A) 2 B) 4 C) 6 D) 8 E) 12

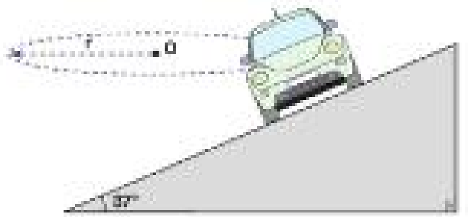
**6.** Şekildeki konik sarkaçta m kütleli cisim, sabit ω açısal hızı ile düzgün çembersel hareket yaparken ipte oluşan gerilme kuvvetinin büyüklüğü 40 N oluyor.




**Buna göre, cisme etkiyen merkezcil kuvvetin büyüklüğü F ile ω açısal hızının büyüklüğü nedir?**
($g = 10\ m/s^2$; $\sin 53° = 0{,}8$; $\cos 53° = 0{,}6$)

| | F (N) | ω (rad/s) |
|---|---|---|
| A) | 40 | 20/3 |
| B) | 32 | 20/3 |
| C) | 24 | 20/3 |
| D) | 32 | 20 |
| E) | 24 | 10/3 |

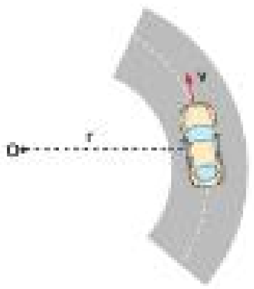
**7.** Düşey kesiti şekildeki gibi olan sürtünmesi önemsiz eğimli viraja 15 m/s hızla giren bir otomobil, O merkezli, r yarıçaplı çembersel yörünge üzerinde emniyetli bir şekilde dönüş yapmaktadır.




**Buna göre, çembersel yörüngenin yarıçapı kaç metre dir?**
($g = 10\ m/s^2$; $\sin 37° = 0{,}6$; $\cos 37° = 0{,}8$)

A) 30 B) 45 C) 90 D) 100 E) 125

**8.** Sürtünme katsayısı k olan yatay bir viraja şekildeki gibi $\vec{v}$ hızı ile giren bir otomobil, O merkezli, r yarıçaplı virajı dönerken savrulmaya başlıyor.




**Buna göre, otomobilin virajı emniyetli bir şekilde dönebilmesi için;**

I. r, çembersel yörüngenin yarıçapı
II. m, otomobil kütlesi
III. k, sürtünme katsayısı
IV. v, çizgisel hızın büyüklüğü

**yukarıdaki niceliklerden hangisinin artması gerekir?**

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ya da IV
D) I ya da III E) II ya da IV

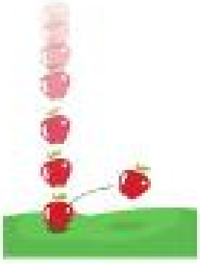
Fırat Yayınları

Test - 2 1-C 2-D 3-E 4-C 5-A 6-B 7-A 8-D

# ÖTELEME HAREKETİ, DÖNME HAREKETİ VE DÖNEREK ÖTELEME HAREKETİ

## Öteleme Hareketi

Bir cismin dönmeden ilerleme hareketine öteleme hareketi denir. Ağaçtaki elmanın yere düşmesi, arabanın bir şehirden diğerine gitmesi ve bir kayakçının belirli bir yönde ilerlemesi öteleme hareketine örnek olarak verilebilir.



- Öteleme hareketi yapan bir cismin üzerindeki tüm noktalar eşit miktarda yer değiştirir. Şekildeki araç v hızıyla x kadar öteleme yaptığında, aracın üzerindeki K, L, M noktaları da x kadar yer değiştirir.

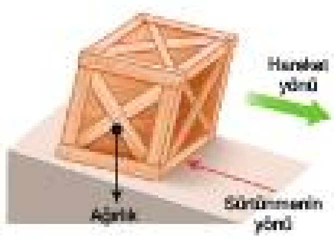
> Araç üzerindeki tüm noktaların öteleme hızı birbirine eşittir.

$$v_K = v_L = v_M = v$$

> Yaptığı öteleme hareketinden dolayı cismin sahip olduğu öteleme kinetik enerjisi, aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$E_{Öteleme} = \frac{1}{2} mv^2$$

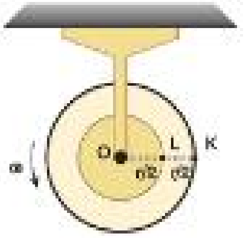
- Öteleme hareketi yapan cisimlere etki eden sürtünme kuvveti harekete ters yöndedir. Bir eğik düzlemin üzerine konularak serbest bırakılan bir sandık, ağırlığının etkisiyle şekildeki gibi aşağıya doğru kayarak öteleme hareketi yaptığında, sandığa hareketi süresince etki eden sürtünme kuvvetinin yönü, öteleme hareketi yaptığı yöne ters yöndedir.




## Dönme Hareketi

Bir cismin kendi ekseni etrafında dönmesine dönme hareketi denir. Lunaparktaki dönme dolabın hareketi, vantilatörün pervanesinin hareketi ve sabit makaranın hareketi dönme hareketine örnek olarak verilebilir.

- Dönme hareketi yapan bir cismin üzerindeki tüm noktaların (dönme noktası hariç) frekansı, periyodu ve açısal hızları birbirine eşittir. Cismin üzerindeki noktaların çizgisel hızı ise dönme merkezinden uzaklaştıkça artar.




- O noktası etrafında f frekansı, T periyodu ve ω açısal hızı ile dönen şekildeki sabit makara üzerindeki K ve L noktaları için,

> Frekansları ve periyotları arasındaki ilişki,

$$f_K = f_L \quad , \quad T_K = T_L$$

> Açısal hızları arasındaki ilişki,

$$\omega_K = \omega_L$$

> Çizgisel hızları arasındaki ilişki,

$$v_K > v_L$$

> L nin hızına v denilirse, K nin hızı 2v olur.

> K noktası gibi makaranın en dışında bulunan bir noktanın çizgisel hızı ile makaranın açısal hızı arasındaki ilişki aşağıdaki gibidir.

$$v = \omega . r$$

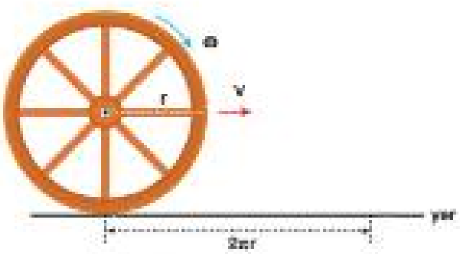
## Dönerek Öteleme Hareketi

Kendi ekseni etrafında dönen bir cismin aynı zamanda öteleme hareketi de yapmasına dönerek öteleme hareketi denir. Hareket halindeki bir arabanın tekerleğinin hareketi ve yerde yuvarlanan bir futbol topunun hareketi dönerek öteleme hareketine örnek olarak verilebilir.

- Dönerek öteleme hareketi yapan cisimlere etki eden sürtünme kuvveti hareket yönündedir.

FDD Yayınları

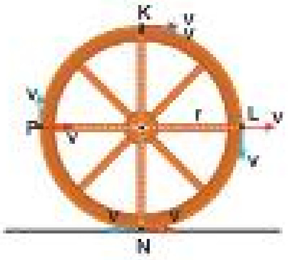
- Dönerek öteleme hareketi yapan şekildeki tekerleğin açısal hızı ω, öteleme hızı v ise,




› $v = \omega . r$ dir.

› Tekerlek kaymadan bir tam tur attığında çevresi kadar (2πr) yer değiştirir.

› Tekerleğin yere temas eden dış yüzeyinde şekildeki gibi seçilen K, L, N, P noktalarının çizgisel hızı, tekerleğin öteleme hızına eşittir. Yerden bakan bir gözlemciye göre, tekerleğin üzerinde bulunan K, L, M, N, P noktalarının yere göre hızları hem öteleme hem de çizgisel hızlarının bileşkesi alınarak bulunur.




› K noktasının yere göre hızı,

| Öteleme hızı | Dönme hızı | Yere göre hızı |
|---|---|---|
| → v | → v | → 2v |

› L noktasının yere göre hızı,

| Öteleme hızı | Dönme hızı | Yere göre hızı |
|---|---|---|
| → v | ↓ v | ↘ $\sqrt{2}v$ |

› N noktasının yere göre hızı,

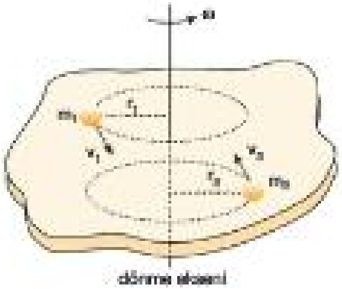
| Öteleme hızı | Dönme hızı | Yere göre hızı |
|---|---|---|
| → v | v ← | 0 |

› P noktasının yere göre hızı,

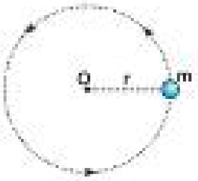
| Öteleme hızı | Dönme hızı | Yere göre hızı |
|---|---|---|
| → v | ↑ v | ↗ $\sqrt{2}v$ |

## EYLEMSİZLİK MOMENTİ (I)

Herhangi bir eksen etrafında dönmekte olan katı bir cismin çok küçük $m_1$, $m_2$ ... kütleli parçalardan oluştuğu ve bu parçaların dönme eksenine uzaklığının $r_1$, $r_2$ ... olduğu düşünülürse, tüm bu küçük parçaların dönme hareketindeki değişikliğe gösterdiği direncin ölçüsüne **eylemsizlik momenti** denir.




- Eylemsizlik momenti, I ile gösterilir.
- Birimi $kg.m^2$ dir.
- Bir cismin eylemsizlik momenti, kütlesine ve dönme eksenine olan uzaklığına bağlıdır.
- Tüm cisimler için, $I \sim m.r^2$ dir.
- m kütleli noktasal bir cisim r yarıçaplı bir eksen etrafından şekildeki gibi dönüyorsa,

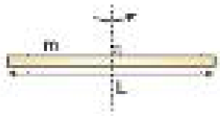



› O noktasına göre eylemsizlik momenti, aşağıdaki gibi hesaplanır.

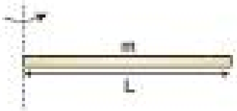
$$I = m.r^2$$

- Düzgün geometrik şekle sahip bazı cisimlerin eylemsizlik momentleri aşağıdaki gibi hesaplanır.

› Boyunun ortasından geçen kendine dik dönme ekseni etrafında dönen m kütleli çubuğun eylemsizlik momenti, $I = \frac{1}{12} mL^2$ dir.

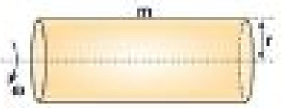



› Bir ucundan geçen kendine dik dönme ekseni etrafında dönen m kütleli çubuğun eylemsizlik momenti, $I = \frac{1}{3} mL^2$ dir.

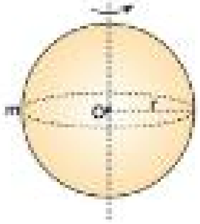



Fi Yayınları

- Merkez ekseni etrafında dönen içi dolu m kütleli r yarıçaplı silindirin eylemsizlik momenti, $I = \frac{1}{2}mr^2$ dir.



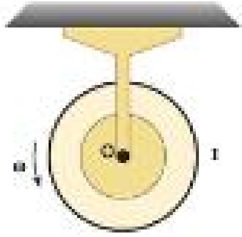

- Çapından geçen ekseni etrafında dönen içi dolu m kütleli kürenin eylemsizlik momenti, $I = \frac{2}{5}mr^2$ dir.




## DÖNME VE DÖNEREK ÖTELEME HAREKETİ YAPAN CİSMİN KİNETİK ENERJİSİ

### Dönme Hareketi Yapan Bir Cismin Kinetik Enerjisi

Kendi ekseni etrafında şekildeki gibi dönme hareketi yapan cismin dönme kinetik enerjisi vardır.




- Cismin eylemsizlik momenti I ve açısal hızı ω ise dönme kinetik enerjisi, aşağıdaki formülle bulunur.

$$E_{dönme} = \frac{1}{2}I\omega^2$$

### Dönerek Öteleme Hareketi Yapan Bir Cismin Kinetik Enerjisi

Kendi ekseni etrafında dönerek öteleme hareketi yapan şekildeki gibi bir cismin hem öteleme hem de dönme hızı olduğundan, cismin öteleme hızından dolayı öteleme kinetik enerjisi, dönme hızından dolayı da dönme kinetik enerjisi vardır.

- Buna göre, ω açısal hızıyla dönerken, v hızı ile ötelenen, m kütleli ve eylemsizlik momenti I olan bir cismin kinetik enerjisi, aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$E_K = E_{öteleme} + E_{dönme}$$

$$E_K = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}I\omega^2$$

**Bilgi**

- Bir eğik düzlemin üzerinden şekildeki gibi bir küresel cisim serbest bırakıldığında, eğer sürtünme yoksa K küresi yuvarlanmayacak ve kayarak aşağıya doğru hareket edecektir. Bu durumda küre yere ulaştığında, başlangıçtaki kütle çekim potansiyel enerjisinin tamamı öteleme kinetik enerjisine dönüşür.

$$E_P = E_{öteleme}$$

$$mgh = \frac{1}{2}mv^2$$

- Eğer sürtünme varsa, K küresi yuvarlanacak ve aynı zamanda öteleme hareketi yaparak aşağıya doğru hareket edecektir. Kürenin eğik düzleme dokunduğu noktanın yere göre hızının sıfır olması nedeniyle sürtünme olsa bile sürtünme kuvveti iş yapmayacak ve küre sürtünmeden dolayı enerji kaybetmeyecektir. Bu durumda küre yere ulaştığında, başlangıçtaki kütle çekim potansiyel enerjisinin bir kısmı öteleme kinetik enerjisine, geri kalan kısmı da dönme kinetik enerjisine dönüşür.

$$E_P = E_{öteleme} + E_{dönme}$$

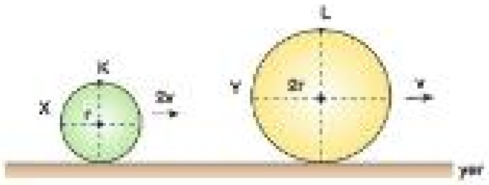
$$mgh = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}I\omega^2$$

- Bu nedenle küre, sürtünmenin olmadığı duruma göre daha uzun sürede yere ulaşır.

- Sürtünmenin çok küçük olduğu ve sürtünmeye harcanan enerjinin önemsenmediği bir eğik düzlemin üzerinden aynı yükseklikten aynı anda bir küre ve bir küp serbest bırakılırsa, yukarıda anlatılan bilgiler ışığında;
  - yere ilk ulaşan cisim küptür.
  - yere gelme hızı en büyük olan cisim küptür.

## Örnek - 1

Yer üzerinde dönerek öteleme hareketi yapan şekildeki X ve Y silindirlerinin yarıçapları r, 2r; öteleme hızlarının büyüklükleri 2v, v dir.



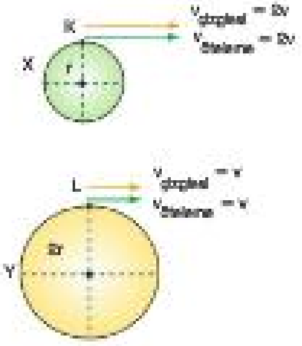

**Silindirlerin üzerindeki K ve L noktalarının yere göre anlık hızlarının büyüklükleri $v_K$, $v_L$ olduğuna göre; $\frac{v_K}{v_L}$ oranı kaçtır?**

A) $\frac{1}{2}$ B) 1 C) 2 D) 4 E) 8

## Çözüm

Dönerek öteleme hareketi yapan cisimlerde öteleme hızı ile cismin çizgisel hızının büyüklüğü birbirine eşittir.

Silindirlerin üzerindeki noktaların yere göre anlık hızları; çizgisel hız ile öteleme hızının vektörel olarak toplanması ile bulunur.




Buna göre; K ve L noktalarının yere göre hızları şekildeki gibi,

$v_K = 4v$

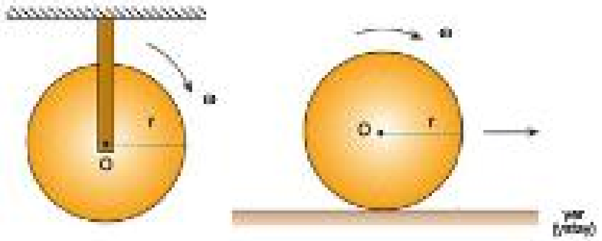
$v_L = 2v$ bulunur.

Buradan da, $\frac{v_K}{v_L} = 2$ olur.

Cevap C

## Örnek - 2

O merkezli, r yarıçaplı, m kütleli disk Şekil - I deki gibi merkezinden geçen eksen etrafında ω açısal hızı ile döndürüldüğünde dönme kinetik enerjisi E oluyor.




Şekil - I Şekil - II

**Buna göre, disk Şekil - II deki gibi ω açısal hızı ile dönerek öteleme hareketi yaparsa toplam kinetik enerjisi kaç E olur?**

$(I_{disk} = \frac{1}{2}mr^2)$

A) $\frac{3}{4}$ B) $\frac{3}{2}$ C) 2 D) 3 E) 5

## Çözüm

Dönme kinetik enerjisi, $E_K = \frac{1}{2}I.\omega^2$ formülü ile hesaplanır.

Buna göre, Şekil - I de,

$E = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{2}mr^2\right).\omega^2$ ifadesinden, $E = \frac{1}{4}m.r^2.\omega^2$ olur.

Şekil - II de disk dönerek öteleme hareketi yaptığı için toplam kinetik enerjisi,

$E_K = E_{öteleme} + E_{dönme}$ şeklinde hesaplanır.

Diskin öteleme hızına v denilirse, öteleme hızı diskin çizgisel hızına eşit olacağından, $v = \omega.r$ yazılır.

Buna göre;

$E_K = \frac{1}{2}m.v^2 + \frac{1}{2}I.\omega^2$ ifadesinden,

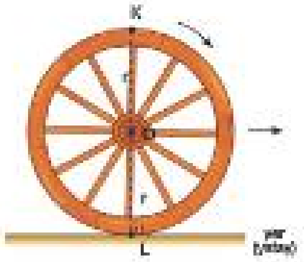
$E_K = \frac{1}{2}m.\omega^2.r^2 + \frac{1}{4}m.r^2.\omega^2$

$E_K = \frac{3}{4}m.r^2.\omega^2$ bulunur.

Buradan da, $E_K = 3E$ olur.

Cevap D

**1.** Yarıçapı r olan O merkezli bir tekerlek, şekildeki gibi ok yönünde dönerek öteleme hareketi yapıyor.




**Buna göre;**

I. O noktasının öteleme hızı ile K noktasının öteleme hızı eşittir.

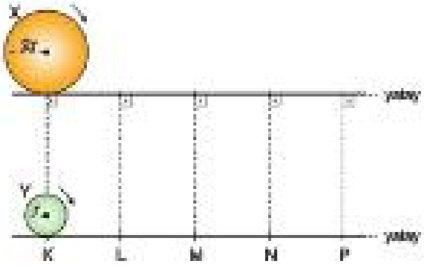
II. O noktasının öteleme hızı ile K noktasının çizgisel hızı eşittir.

III. L noktasının yere göre hızı sıfırdır.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I  B) I ve II  C) II ve III  D) I ve III  E) I, II ve III

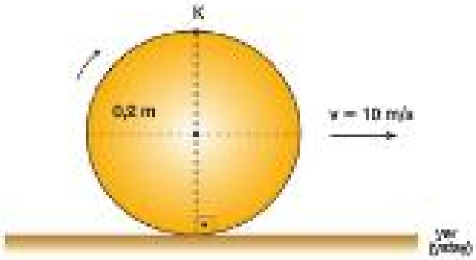
**2.** Doğrusal bir yolda dönerek öteleme hareketi yapan 2r, r yarıçaplı X, Y tekerlekleri şekildeki K hizasından aynı anda geçtikten t süre sonra X tekerleği M hizasından, Y tekerleği ise P hizasından geçiyor.




**X in çizgisel hızının büyüklüğü $v_X$, Y ninki $v_Y$ olduğuna göre, $\frac{v_X}{v_Y}$ oranı kaçtır?** (Bölmeler eşit aralıktır.)

A) $\frac{1}{4}$  B) $\frac{1}{2}$  C) $\frac{2}{3}$  D) 1  E) 4

**3.** Yarıçapı 0,2 m olan bir silindir, v = 10 m/s öteleme hızıyla şekildeki gibi dönerek öteleme hareketi yapmaktadır.




**Buna göre,**

I. Silindirin açısal hızı 50 rad/s dir.

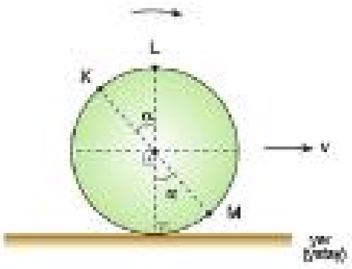
II. K noktasının yere göre hızı 20 m/s dir.

III. K noktasının çizgisel hızı 20 m/s dir.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I  B) Yalnız II  C) I ve II  D) I ve III  E) II ve III

**4.** Yatay yerde bulunan O merkezli dairesel bir disk, şekildeki gibi v hızı ile dönerek ilerleme hareketi yaparken K, L, M noktalarının yere göre anlık hızlarının büyüklükleri $v_K$, $v_L$, $v_M$ dir.




**Buna göre; $v_K$, $v_L$, $v_M$ arasındaki ilişki nedir?**

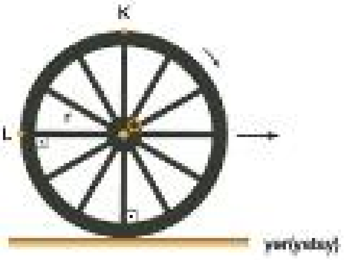
A) $v_K < v_L < v_M$  B) $v_L < v_K < v_M$

C) $v_M < v_K < v_L$  D) $v_K < v_M < v_L$

E) $v_L < v_M < v_K$

Fırf Yayınları

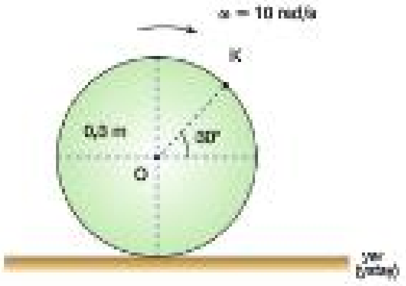
**5.** Şekilde r yarıçaplı tekerlek dönerek öteleme hareketi yaparken O noktasının yere göre hızının büyüklüğü v, K ve L noktalarının yere göre anlık hızlarının büyüklüğü $v_K$ ve $v_L$ olmaktadır.




**Buna göre; $\frac{v_K}{v_L}$ oranı kaçtır?**

A) $\frac{1}{2}$ B) $\frac{\sqrt{2}}{2}$ C) 1 D) $\sqrt{2}$ E) 2

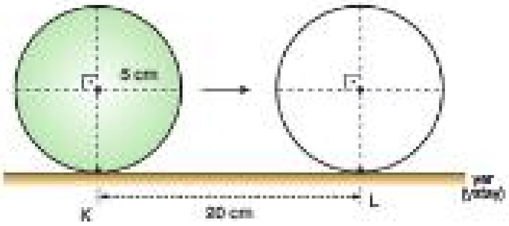
**6.** Yarıçapı 0,3 m olan O merkezli silindir, şekildeki gibi yer üzerinde $\omega$ = 10 rad/s büyüklüğündeki açısal hızla dönerek öteleme hareketi yapıyor.




**Buna göre, silindir üzerindeki K noktasının yere göre anlık hızının büyüklüğü kaç m/s dir?**
(cos60° = 0,5)

A) 3 B) $3\sqrt{2}$ C) $3\sqrt{3}$ D) 6 E) $6\sqrt{3}$

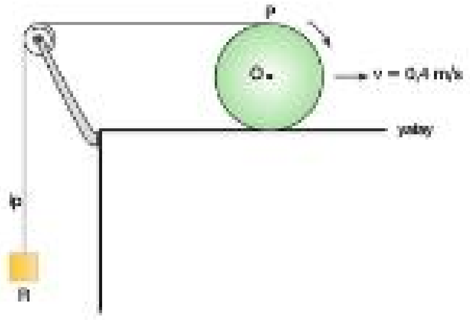
**7.** Yarıçapı 5 cm olan silindirik bir cisim dönerek öteleme hareketi yaparken K noktasından L noktasına 4 s de geliyor.




**KL arası uzaklık 20 cm olduğuna göre, silindirin açısal hızının büyüklüğü $\omega$ kaç rad/s dir?**

A) 0,8 B) 1 C) 2 D) 4 E) 5

**8.** Yatay masa üzerinde etrafına ip sarılı olan P silindiri ile ipe bağlı R cismi şekildeki gibidir. P silindiri, v = 0,4 m/s öteleme hızı ile dönerek ilerleme hareketi yapmaktadır.




**Buna göre, P silindiri 3 s hareket ettiğinde R cismi kaç m yükselir?**

A) 1 B) 1,2 C) 2 D) 2,4 E) 4,8

| Test - 3 | 1-E | 2-B | 3-C | 4-C | 5-D | 6-C | 7-B | 8-D |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

**1.** Dönen cisimlerin dönme hareketine karşı gösterdikleri dirence eylemsizlik momenti denir.

**Buna göre, dönen cisimlerin;**

I. Kütle

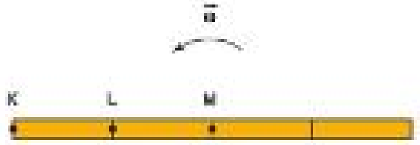
II. Açısal hız

III. Dönen kütlenin dönme eksenine uzaklığı

**niceliklerinden hangilerinin artması, eylemsizlik momentini <u>değiştirmez</u>?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) II ve III

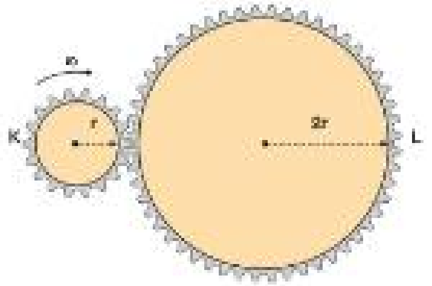
**2.** Eşit bölmeli, düzgün ve türdeş bir çubuk sürtünmesiz yatay düzlemde sırasıyla K, L, M noktalarından geçen bu düzleme dik eksenler çevresinde $\vec{\omega}$ açısal hızıyla şekildeki gibi ayrı ayrı dönüyor.




**Bu eksenler çevresinde dönerken çubuğun eylemsizlik momentleri sırasıyla $I_K$, $I_L$, $I_M$ olduğuna göre, bunlar arasındaki ilişki nedir?**

A) $I_K > I_L > I_M$ B) $I_M > I_L > I_K$
C) $I_L > I_K = I_M$ D) $I_M > I_L = I_K$
E) $I_K = I_L = I_M$

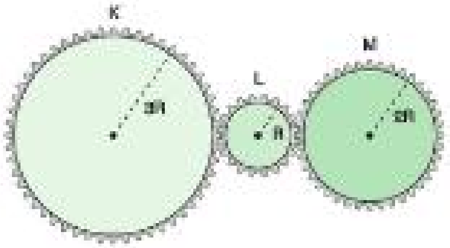
**3.** Birlikte dönen K ve L dişli çarklarından oluşan şekildeki düzenekte K nin eylemsizlik momenti 2I, L ninki I dır.K dişli çarkı ω açısal hızı ile döndürüldüğünde dönme kinetik enerjisi $E_K$, L ninki ise $E_L$ oluyor.




**Buna göre; $\frac{E_K}{E_L}$ oranı kaçtır?**

A) $\frac{1}{8}$ B) $\frac{1}{4}$ C) $\frac{1}{2}$ D) 4 E) 8

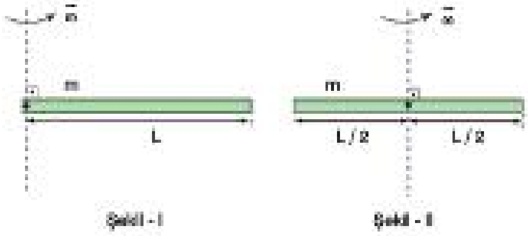
**4.** Şekildeki K, L, M dişlilerinin yarıçapları sırasıyla 3R, R, 2R dir. K dişlisi $\vec{\omega}$ açısal hızıyla dönerken dişlilerin dönme kinetik enerjileri $E_K$, $E_L$, $E_M$ oluyor.




**K, L, M dişlilerinin merkezlerine göre eylemsizlik momentleri birbirine eşit olduğuna göre; $E_K$, $E_L$, $E_M$ arasındaki ilişki nedir?**

A) $E_K < E_L < E_M$ B) $E_L < E_K < E_M$
C) $E_M < E_K < E_L$ D) $E_K < E_M < E_L$
E) $E_L < E_M < E_K$

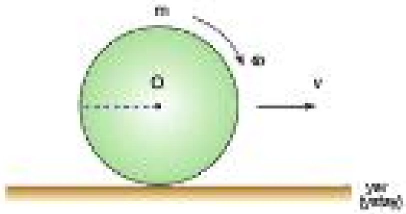
**5.** Düzgün, türdeş m kütleli, L uzunluğundaki bir çubuk Şekil - I deki gibi ucundan geçen eksen etrafında sabit $\vec{\omega}$ açısal hızı ile dönerken dönme eksenine göre eylemsizlik momenti I, dönme kinetik enerjisi E dir.




**Buna göre, çubuk Şekil - II deki gibi ortasından geçen eksen etrafında sabit $\vec{\omega}$ açısal hızı ile döndürülürse I ve E için ne söylenebilir?**

| | I | E |
|---|---|---|
| A) | Azalır | Azalır |
| B) | Azalır | Artar |
| C) | Azalır | Değişmez |
| D) | Artar | Artar |
| E) | Değişmez | Değişmez |

**6.** Yerde dönerek öteleme hareketi yapan şekildeki r yarıçaplı, m kütleli içi dolu silindirin açısal hızı ω, öteleme hızı v dir.

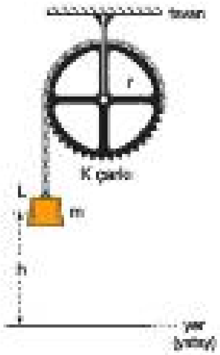



**Silindirin dönme kinetik enerjisi 10 J olduğuna göre, toplam kinetik enerjisi kaç J dür?**

($I_{silindir} = \frac{1}{2} mr^2$)

A) 10 B) 20 C) 30 D) 40 E) 50

**7.** Kütlesi m olan r yarıçaplı K dişli çarkına sarılı olan zincire bağlanmış m kütleli L bloğu şekildeki gibi yerden h yüksekliğinde tutuluyorken serbest bırakıldığında, K dişli çarkı dönerek L bloğu yere v hızı ile çarpıyor.




**Buna göre,**

I. L nin kaybettiği potansiyel enerji, K nin kazandığı dönme kinetik enerjisinin iki katıdır.

II. L nin yere çarpma kinetik enerjisi, K nin dönme kinetik enerjisine eşittir.

III. L nin yere çarptığındaki hızının büyüklüğü, K nin çizgisel hızının büyüklüğüne eşittir.

**yargılarından hangileri doğrudur?** (Sürtünme ve zincirin kütlesi önemsiz; g = Yer çekimi ivmesi; $I_K = m.r^2$)

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II D) II ve III E) I, II ve III

**8.** **Eylemsizlik momentinin birimi aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?**

A) kilogram.metre
B) joule/saniye
C) metre.saniye
D) kilogram.metre$^2$
E) newton.metre$^2$

Fri Yayınları

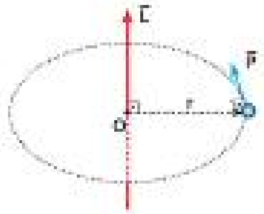
Test - 4 1-B 2-A 3-E 4-D 5-A 6-C 7-E 8-D

# AÇISAL MOMENTUM

## AÇISAL MOMENTUM KAVRAMI

Çembersel hareket yapan bir cismin, yarıçap vektörü ile çizgisel momentum vektörünün vektörel çarpımı, cismin **açısal momentum**unu verir.

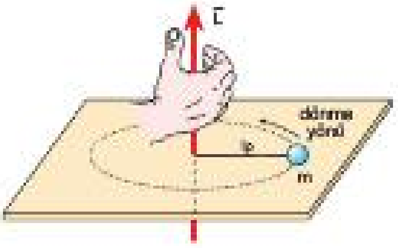
- Açısal momentum $\vec{L}$ harfi ile gösterilir. Vektörel bir büyüklüktür.
- Birimi $kg.m^2/s$ dir.



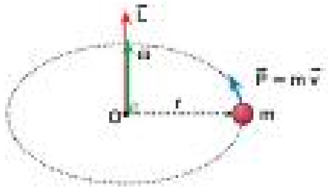

- Çizgisel momentum ($\vec{P}$) ile yarıçap ($\vec{r}$) ile gösterilirse, şekildeki cismin O noktasına göre açısal momentumu, aşağıdaki formülle bulunur.

$$\vec{L} = \vec{r} \times \vec{P}$$

- Açısal momentum vektörünün yönü sağ el kuralı ile bulunur. Örneğin, şekildeki yönde dönen cisim için Sağ elin dört parmağı dönme yönünü, bunlara dik olarak açılan baş parmak açısal momentum vektörünün yönünü gösterir.




- O merkezli r yarıçaplı yörüngede düzgün çembersel hareket yapan şekildeki m kütleli küçük cismin, O noktasına göre açısal momentumunun büyüklüğü, $\vec{L} = \vec{r} \times \vec{P} \Rightarrow L = mvr$ dir.




> Cismin O noktasına göre eylemsizlik momenti, $I = mr^2$ ve çizgisel hız ile açısal hız arasındaki ilişki, $v = \omega r$ olduğundan, cismin açısal momentumu, $L = mvr \Rightarrow L = m\omega r^2 \Rightarrow \vec{L} = I.\vec{\omega}$ olur.

> Bu sonuca göre, bir cismin açısal hız ($\vec{\omega}$) vektörünün yönü ile, açısal momentum ($\vec{L}$) vektörünün yönü şekildeki gibi aynıdır.

**Not**

Dönen tüm cisimler için genel açısal momentum formülü, $L = I\omega$ dir. $L = mvr$ formülü yalnız noktasal cisimler için kullanılır.

## AÇISAL İVME, TORK VE EYLEMSİZLİK MOMENTİ ARASINDAKİ İLİŞKİ

Dönen cisimlere çizgisel hız vektörü doğrultusunda bir kuvvet uygulanırsa cisimlerin çizgisel ve açısal hızlarında bir değişme olur. Açısal hızın birim zamandaki değişimine **açısal ivme** denir. Açısal ivme $\alpha$ sembolüyle gösterilir. $\alpha = \Delta\omega/\Delta t$ dir.

- Cismin çizgisel ivme büyüklüğü $a = \omega^2.r$ ile açısal ivme büyüklüğü arasındaki ilişki, $a = \alpha.r$ dir.
- Cisme dönüş yönünde kuvvet uygulanırsa, kuvvetin torku, $\tau = F.r$ olur. Burada kuvvet yerine $F = m.a$ ve a yerine $a = \alpha.r$ yazılırsa, eylemsizlik momentinin $I = mr^2$ olduğu bilgisi de kullanılarak, $\tau = I.\alpha$ eşitliği bulunur. Bu eşitlik torkun eylemsizlik momenti ve açısal ivme cinsinden ifadesidir.

## AÇISAL MOMENTUMUN KORUNUMU

Dışardan bir kuvvetin etki etmediği sürtünmesi önemsiz düzeneklerde enerji korunduğu gibi açısal momentum da korunur.

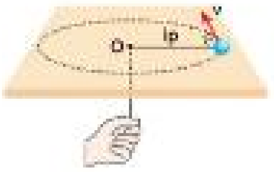
- Bir nokta etrafında dönen bir cisme dışarıdan uygulanan kuvvet net bir tork oluşturmuyorsa bu cismin açısal momentumunun yönü ve değeri değişmez. Buna **açısal momentumun korunumu** denir.

> $\tau = 0$ ise $\Delta L = 0$ dır.

$$\vec{L}_{ilk} = \vec{L}_{son}$$

- Açısal momentumun korunumuna örnek olarak aşağıdaki olaylar verilebilir.

> Dönmekte olan şekildeki m kütleli cismin bağlı olduğu ip bir miktar çekilerek ipin boyu kısaltılırsa, dışarıdan uygulanan kuvvetin O noktasına göre torku sıfır olduğundan cismin açısal momentumu değişmez. Fakat cisim iple çekildiğinde dönme merkezine yaklaşacağı için O noktasına göre eylemsizlik momenti azalır. Bu nedenle cismin açısal hızı artar.




> Bir buz patencisi gösteri sırasında, kolları açık pozisyonda dönerken birden kollarını kapatırsa, dışarıdan bir tork etki etmeden bu konuma geldiği için açısal momentumu değişmez. Fakat patencinin kütlesi dönme merkezine yaklaşacağı için O noktasına göre eylemsizlik momenti azalır. Bu nedenle patencinin açısal hızı artar.

## Örnek - 1

Dönmekte olan bir cismin açısal momentumunun büyüklüğü L iken açısal hızı 3 katına, eylemsizlik momenti ise 2 katına çıkarılıyor.

**Buna göre, cismin açısal momentumunun büyüklüğü kaç L olur?**

A) 2 B) 3 C) 5 D) 6 E) 12

## Çözüm

İlk durumda cismin açısal hızının büyüklüğüne $\omega$, eylemsizlik momentine de I denilirse, $L = I.\omega$ olur.

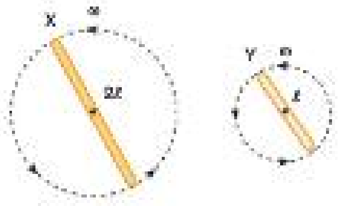
Son durumda ise cismin açısal hızının büyüklüğü $3\omega$, eylemsizlik momenti ise 2I yapıldığına göre, açısal momentumun büyüklüğü,

$L_{son} = 2I.3\omega = 6I.\omega$ ifadesinden, $L_{son} = 6L$ olur.

Cevap D

## Örnek - 2

Uzunlukları $2\ell$ ve $\ell$ olan türdeş 2m ve m kütleli düzgün çubuklar şekildeki gibi kütle merkezlerinden geçen eksenler etrafında sabit $\omega$ açısal hızı ile dönüyorlar.




**Çubukların açısal momentumlarının büyüklükleri $L_X$, $L_Y$ olduğuna göre; $\frac{L_X}{L_Y}$ oranı kaçtır? ($I = \frac{1}{12}m.\ell^2$)**

A) 1 B) 2 C) 4 D) 8 E) 16

## Çözüm

$L = I.\omega$ formülünden, $L_X = I_X.\omega$ ve $L_Y = I_Y.\omega$ olur.

$\frac{L_X}{L_Y} = \frac{I_X.\omega}{I_Y.\omega}$ ifadesinden, $\frac{L_X}{L_Y} = \frac{I_X}{I_Y}$ bulunur.

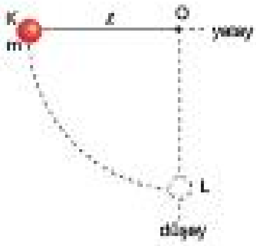
$I_X = \frac{1}{12}2m.4\ell^2$ ve $I_Y = \frac{1}{12}m.\ell^2$ den $I_X = 8\,I_Y$ olur.

Buna göre, $\frac{L_X}{L_Y} = 8$ bulunur.

Cevap D

## Örnek - 3

Düşey düzlemde $\ell$ uzunluğundaki ipin ucuna bağlanmış m kütleli küçük bir top şekildeki gibi K konumundan serbest bırakılıyor.




**Buna göre, top K den L konumuna doğru hareket ederken;**

I. Çizgisel momentumunun büyüklüğü artar.
II. O noktasına göre açısal momentumunun büyüklüğü artar.
III. O noktasına göre eylemsizlik momenti artar.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II D) I ve III E) I, II ve III

## Çözüm

K konumundan serbest bırakılan top L konumuna doğru hareket ederken mekanik enerjinin korunumu ilkesine göre kaybettiği kütle çekim potansiyel enerjisi kinetik enerjiye dönüşür. Bundan dolayı çizgisel hızının büyüklüğü v artar.

Çizgisel momentum P = m.v ile hesaplandığından dolayı çizgisel momentumun büyüklüğü de artar.

(I.Doğru)

Top serbest bırakıldığında O noktası merkez olacak şekilde $\ell$ yarıçaplı çembersel yörünge üzerinde dönmeye başlar. Buna göre topun O noktasına göre açısal momentumunun büyüklüğü çizgisel momentum cinsinden,

$L = P.\ell$ ile hesaplanır.

Top K den L ye doğru hareket ederken çizgisel momentumunun büyüklüğü arttığı için açısal momentumunun büyüklüğü de artar.

(II.Doğru)

Dönen bir cismin eylemsizlik momenti $I = m.r^2$ ifadesi ile hesaplanır.

Top O noktası etrafında dönmeye başladığı için O noktasına uzaklığı $\ell$ olacak şekilde eylemsizlik momenti $I = m.\ell^2$ ile hesaplanır.

Top K den L ye doğru hareket ederken O noktasına olan uzaklığı değişmez. Bundan dolayı da eylemsizlik momenti de değişmez.

(III.Yanlış)

Cevap C

**1.** **Fiziksel bir nicelik olan açısal momentum ile ilgili,**

I. Vektörel bir büyüklüktür.

II. Çizgisel momentum vektörü ile aynı yönlüdür.

III. Dönmekte olan kütlenin, dönme eksenine olan uzaklığı ile doğru orantılıdır.

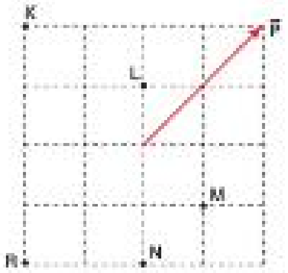
**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I  B) Yalnız II  C) Yalnız III  D) I ve II  E) I, II ve III

**2.** **Açısal momentumun birimi aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?**

A) kilogram.metre$^2$.saniye
B) joule.metre.saniye
C) metre.saniye$^2$
D) kilogram.metre$^2$/saniye
E) newton.metre/saniye

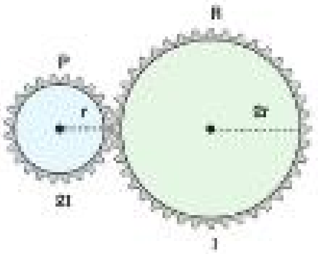
**3.** Yatay düzlemde hareket eden noktasal bir parçacığın çizgisel momentum vektörü $\vec{P}$ şekildeki gibidir.




**Buna göre, parçacığın aynı düzlemdeki K, L, M, N, R noktalarından hangisine göre açısal momentumu en büyüktür?**

A) K  B) L  C) M  D) N  E) P

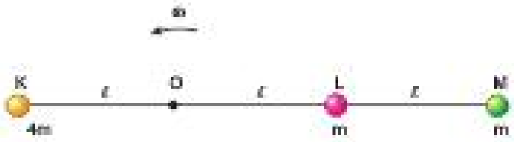
**4.** Şekildeki P, R dişli çarklarının yarıçapları r, 2r; eylemsizlik momentleri de 2I, I dır. P dişlisi sabit ω açısal hızla dönerken açısal momentumunun büyüklüğü $L_P$, R ninki $L_R$ dir.




**Buna göre, $\frac{L_P}{L_R}$ oranı kaçtır?**

A) $\frac{1}{8}$  B) $\frac{1}{4}$  C) $\frac{1}{2}$  D) 2  E) 4

**5.** O noktası etrafında ω açısal hızı ile döndürülen bir çubuğa geçirilerek sabitlenmiş 4m, m, m kütleli K, L, M boncukları şekildeki gibidir.

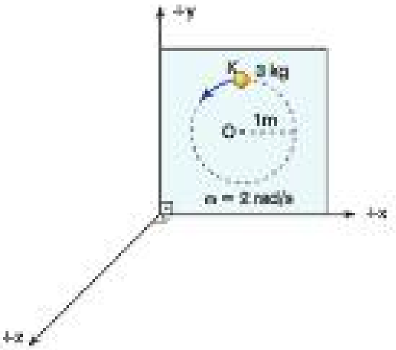



**Bu boncukların O noktasına göre, açısal momentumlarının büyüklükleri $L_K$, $L_L$, $L_M$ olduğuna göre, bunlar arasındaki ilişki nedir?**

A) $L_K > L_L > L_M$  B) $L_M > L_L > L_K$
C) $L_K = L_M > L_L$  D) $L_K > L_L = L_M$
E) $L_K > L_M > L_L$

Fen Yayınları

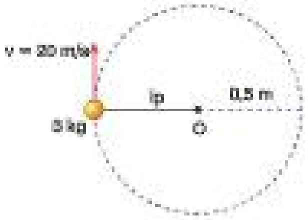
**6.** Kütlesi 3 kg olan K cismi xy düzleminde, $\omega = 2$ rad/s büyüklüğündeki açısal hızla O merkezli 1m yarıçaplı çembersel yörüngede şekildeki gibi düzgün çembersel hareket yapmaktadır.




**Buna göre, K cisminin O noktasına göre açısal momentumunun yönü ve büyüklüğü nedir?**

| | Yön | Büyüklük ($kgm^2/s$) |
|---|---|---|
| A) | +z | 6 |
| B) | –z | 6 |
| C) | +z | 12 |
| D) | +y | 3 |
| E) | –x | 6 |

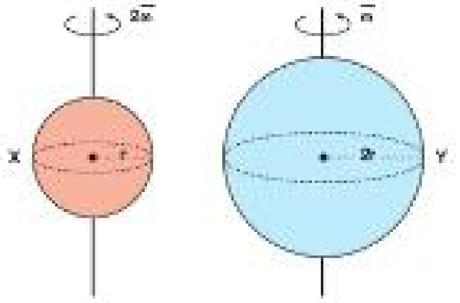
**7.** Düşey düzlemde, 0,5 m uzunluğundaki ipin ucuna bağlanmış 3 kg kütleli bir bilyeye v = 20 m/s büyüklüğündeki çizgisel hızla şekildeki gibi düzgün çembersel hareket yaptırılıyor.




**Buna göre, bilyenin O noktasına göre açısal momentumunun büyüklüğü kaç $kg.m^2/s$ dir?**

A) 30 B) 40 C) 50 D) 60 E) 80

**8.** Yarıçapları r, 2r olan 3m kütleli içi dolu X küresi ile m kütleli içi dolu Y küresi şekildeki gibi $2\vec{\omega}$ ve $\vec{\omega}$ sabit açısal hızlarıyla merkezlerinden geçen düşey eksen etrafında döndürüldüklerinde X in açısal momentumunun büyüklüğü $L_X$, Y ninki $L_Y$ oluyor.

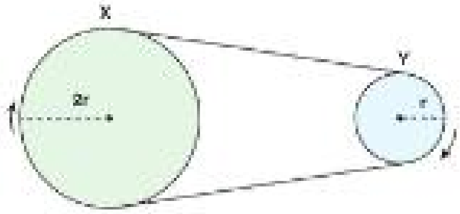



**Buna göre; $\frac{L_X}{L_Y}$ oranı kaçtır?**

($I_{küre} = \frac{2}{5} m r^2$)

A) 3 B) $\frac{2}{3}$ C) $\frac{3}{2}$ D) $\frac{1}{2}$ E) $\frac{3}{4}$

**9.** Yarıçapları 2r, r olan X, Y kasnakları şekildeki gibi kayışla birbirine bağlıdır. X, Y kasnakları ok yönünde döndürüldüklerinde dönme kinetik enerjileri birbirine eşit oluyor.




**X, Y kasnaklarının merkezlerine göre açısal momentumlarının büyüklükleri $L_X$, $L_Y$ olduğuna göre; $\frac{L_X}{L_Y}$ oranı kaçtır?**

A) $\frac{1}{4}$ B) 1 C) 2 D) 4 E) 8

Fırat Yayınları

Test - 5 1-D 2-D 3-A 4-E 5-C 6-A 7-A 8-C 9-C

**1.** "Bir sisteme dış bir tork etkimediği sürece sistemin açısal momentumu değişmez." Bu ifadeye açısal momentumun korunumu yasası denir.

**Buna göre, aşağıdaki olayların hangisinde açısal momentumun korunumu yasası geçerli <u>değildir</u>?**

A) Güneş etrafında dolanmakta olan dünya, güneşe yaklaştıkça çizgisel hızı artar.

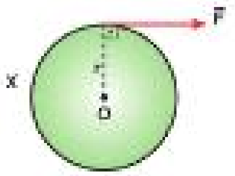
B) Buz pisti üzerinde kolları açıkken dönen buz pateni sporcusu kollarını kendine doğru çekince açısal hızı artar.

C) Belli bir yükseklikten düşen bir kedinin vücudu, farklı yönlerde bükülür ve kedi yere yine dört ayağı üzerine düşer.

D) Durmakta olan döner kapı itirildiğinde, kapı hızlanarak dönmeye başlar.

E) Durmakta olan döner bir koltuk üzerinde oturan bir kişi, elindeki dönmekte olan bisiklet tekerleğini tam ters tarafa çevirdiğinde döner koltuk tekerleğe göre zıt yönde dönmeye başlar.

**2.** Şekildeki O merkezi etrafında dönebilen, durmakta olan r yarıçaplı X kasnağına, $\vec{F}$ kuvveti sürekli olarak aynı şekilde uygulanıyor.




**Buna göre, kasnağın yaptığı hareket ile ilgili,**

I. $\vec{F}$ kuvvetinin O noktasına göre oluşturduğu tork ile dönmeye başlar.

II. Kasnağın açısal hızı artar.

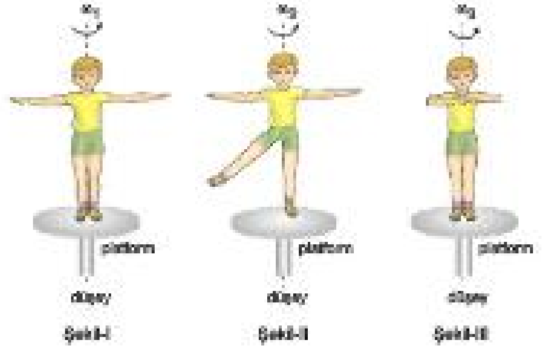
III. Kasnağın açısal ivmesinin büyüklüğü O noktasına göre oluşan torkla doğru orantılıdır.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve III E) I, II ve III

**3.** Şekil - I de $\omega_1$ açısal hızıyla sürtünmesiz mile bağlı platform üzerinde kolları yana açmış biçimde dönen Arda daha sonra Şekil - II deki gibi bir bacağını yana açıyor ve daha sonra da Şekil - III deki gibi kollarını ve bacağını kapattığında sırasıyla $\omega_2$ ve $\omega_3$ açısal hızları ile dönüyor.



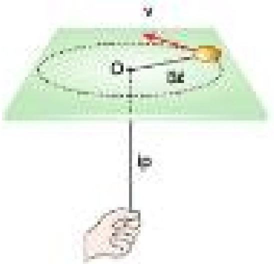

**Buna göre; $\omega_1$, $\omega_2$, $\omega_3$ açısal hızlarının büyüklükleri arasındaki ilişki nedir?**

A) $\omega_1 > \omega_2 > \omega_3$ B) $\omega_2 > \omega_1 > \omega_3$

C) $\omega_3 > \omega_1 > \omega_2$ D) $\omega_3 > \omega_2 > \omega_1$

E) $\omega_2 > \omega_1 = \omega_3$

**4.** Sürtünmesi önemsiz yatay masanın ortasındaki delikten geçirilen ipin ucuna bağlanmış m kütleli bir cisim, şekildeki gibi O merkezli 3ℓ yarıçaplı çembersel yörüngede düzgün çembersel hareket yaparken çizgisel hızının büyüklüğü v olmaktadır.

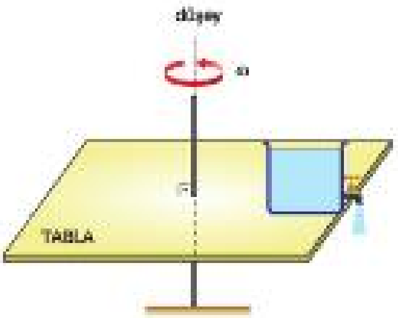



**Buna göre, cismin çizgisel hızının büyüklüğünün 4v olması için ipin ucu elle kaç ℓ aşağı doğru çekilmelidir?**

A) $\frac{1}{4}$ B) $\frac{1}{2}$ C) $\frac{3}{4}$ D) $\frac{3}{2}$ E) $\frac{9}{4}$

Fırt Yayınları

**5.** Şekildeki yatay tabla, serbestçe dönebilen bir platform üzerinde, üzerine sabitlenmiş içi su dolu kap ile birlikte düşey eksen etrafında sabit ω açısal hızıyla dönmektedir.




**Buna göre; kabın üzerindeki musluk açılıp, su tamamen boşalana kadar geçen sürede,**

I. Kap ve tabladan oluşan sistemin açısal momentumu değişmez.

II. Tablanın kendi etrafındaki dönüş periyodu artar.

III. Kabın merkezcil ivmesinin büyüklüğü azalır.

**yargılarından hangileri doğrudur?**
(Sürtünmeler önemsizdir.)

A) Yalnız I  B) I ve II  C) I ve III  D) II ve III  E) I, II ve III

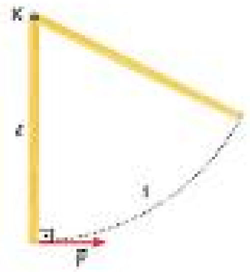
**6.** Bir tramplenden havuza atlayan yüzücü, kollarını ve bacaklarını açarak veya kapatarak kendi kütle merkezi etrafında dönerek suya girmektedir. Yüzücünün eylemsizlik momenti 5 kg.m$^2$ olduğunda açısal hızı 24 rad/s oluyor.

**Buna göre, yüzücü eylemsizlik momentini 8 kgm$^2$/s yaptığında açısal hızının büyüklüğü kaç rad/s olur**

A) 15  B) 20  C) 30  D) 40  E) 60

Yayınları

**7.** Sürtünmesiz yatay düzlemde durmakta olan ve K noktası etrafında dönebilen düzgün türdeş bir çubuğa şekildeki gibi $\vec{F}$ kuvveti t süresince çubuğa dik olarak uygulandığında, K noktasına göre torkun büyüklüğü τ, çubuğun açısal ivmesinin büyüklüğü α oluyor.




**Buna göre; $\vec{F}$ nin büyüklüğü artırıldığında t sürede oluşan τ ve α için ne söylenebilir?**

| | τ | α |
|---|---|---|
| A) | Artar | Artar |
| B) | Artar | Azalır |
| C) | Artar | Değişmez |
| D) | Azalır | Değişmez |
| E) | Değişmez | Değişmez |

**8. Merkezinden geçen bir eksen etrafında sabit $\vec{\omega}$ açısal hızı ile dönmekte olan katı bir küre,**

I. Açısal momentum

II. Dönme kinetik enerji

III. Açısal ivme

**yukarıdaki fiziksel niceliklerden hangilerine sahiptir?**

A) Yalnız I  B) Yalnız II  C) I ve II  D) I ve III  E) I, II ve III

Test - 6  1-D  2-E  3-C  4-E  5-A  6-A  7-A  8-C

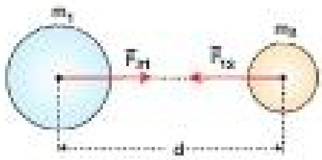
# KÜTLE ÇEKİMİ VE KEPLER KANUNLARI

## KÜTLE ÇEKİMİ

### Kütle Çekim Kuvveti

Newton, gök cisimlerinin hareketleriyle ilgili yaptığı çalışmalar sonucunda evrende kütlesi olan her şeyin birbirine çekme kuvveti uyguladığını keşfetmiştir.

- Bu kuvvet, cisimlerin kütle merkezleri arasındaki uzaklığın karesiyle ters orantılı, cisimlerin kütleleri çarpımıyla doğru orantılıdır.




› Kütle çekim kuvvetinin büyüklüğü, aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$F = G \cdot \frac{m_1 . m_2}{d^2}$$

› G ; Evrensel çekim sabiti olup, değeri $6{,}67.10^{-11}\ N.m^2/kg^2$ dir.

› Kütlelerin birbirine uyguladığı çekim kuvvetleri, şekildeki gibi eşit büyüklükte, aynı doğrultu üzerinde ve zıt yönlüdürler.

$$\vec{F}_{21} = -\vec{F}_{12}$$

### Kütle Çekim İvmesinin Bağlı Olduğu Değişkenler

Bir gezegenin birim kütleye uyguladığı çekim kuvvetine bu gezegenin çekim ivmesi denir. Çekim ivmesi $\vec{g}$ harfiyle gösterilir. Vektörel bir büyüklüktür. Çekim ivmesinin yönü daima gezegenin merkezine doğrudur.

- Bir gezegenin yüzeyindeki çekim ivmesi, gezegenin kütlesi $M_{gezegen}$ ile doğru orantılı, yarıçapı R nin karesiyle ters orantılıdır.

$$g = G \cdot \frac{M_{gezegen}}{R^2}$$

- Dünya d yoğunluklu r yarıçaplı homojen bir küre olarak kabul edilirse, Dünya'nın yüzeyi ile merkezi arasındaki, merkeze r kadar uzaklıkta bulunan bir noktanın çekim ivmesi, o noktanın merkeze olan uzaklığı r ile doğru orantılıdır.

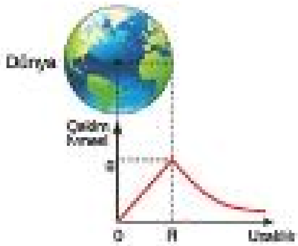
$$g = k.d.r$$

› Bu formülde k, sabit bir sayı olup, $k = G.\frac{4}{3}\pi$ dir.

› Bu ifadeye göre Dünya yüzeyinden merkezine doğru gidildikçe yer çekimi ivmesi azalır. Dünya'nın merkezinde çekim ivmesi sıfırdır.

› Çekim ivmesi Dünya yüzeyinde en büyük değerini alırken, Dünya yüzeyinden uzaya doğru uzaklaştıkça, yer çekim ivmesi uzaklığın karesiyle ters orantılı olarak azalır.

- Buna göre, bir gezegenin çekim ivmesinin uzaklığa bağlı değişimini gösteren grafik şekildeki gibidir.




### Kütle Çekim Potansiyel Enerjisi

Kütleler arasında oluşan kütle çekim kuvvetinin kütleler arasındaki uzaklıkla çarpımı **kütle çekim potansiyel enerjisi** olarak tanımlanır. Kütleler arasındaki uzaklık azaldıkça kütle çekim potansiyel enerjisi azalır.

Kütle çekim kuvvetinin etkili olduğu kütlelerden birinin bulunduğu konumdaki toplam enerjisine **bağlanma enerjisi** denir. Kütlelerden birinin bu çekim kuvvetinin etkisinden kurtulması için ona verilmesi gereken en küçük enerjiye de **kurtulma enerjisi** denir.

## KEPLER KANUNLARI

Kepler, Güneş'in etrafında gezegenlerin hareketini, bulduğu üç kanunla açıklamıştır.

- **Yörüngeler kanunu** adı verilen 1. kanuna göre, Güneş etrafında dolanan tüm gezegenler, şekildeki gibi odaklarının birinde Güneş'in olduğu eliptik bir yörüngede dolanırlar.

- **Alanlar kanunu** adı verilen 2. kanuna göre, bir gezegene ait yarıçap vektörü, eşit zaman aralıklarında eşit alanlar tarar. Örneğin şekildeki $S_1$ ve $S_2$ alanlarını gezegen eşit sürede tarıyorsa, $S_1 = S_2$ dir.

  › Bir gezegenin eliptik yörüngede dolanmasını sağlayan kütle çekim kuvveti bir tork oluşturmaz. Bu nedenle, Güneş etrafında dolanan bir gezegenin, yörüngesi boyunca açısal momentumu sabittir, korunur. Bu durumda, L = m.v.r formülüne göre, Güneş'e yakın konumdan geçerken gezegenin hızı artar.

- **Periyotlar kanunu** adı verilen 3. kanuna göre, Gezegenlerin Güneş etrafındaki dolanımları sırasında, dolanım periyotlarının karesinin ortalama yörünge yarıçaplarının küpüne oranı daima sabittir. (Gezegenin ortalama yarıçapı, $R_{ort} = (R_{min} + R_{max})/2$ formülü ile bulunur.)

$$\frac{T_1^2}{R_1^3} = \frac{T_2^2}{R_2^3} = \ldots = sabit$$

Fırt Yayınları

## Örnek - 1

Şekil - I de m kütleli cisimler arasındaki kütle çekim kuvvetinin büyüklüğü $F_1$, Şekil - II de 2m kütleli cisimler arasındaki kütle çekim kuvvetinin büyüklüğü ise $F_2$ dir.

Şekil - I Şekil - II

**Buna göre, $\frac{F_1}{F_2}$ oranı kaçtır?**

A) 1 B) 2 C) 4 D) $\frac{1}{2}$ E) $\frac{1}{8}$

## Çözüm

Kütle çekim formülünden, $F_1 = G.\frac{m.m}{R^2}$ ve $F_2 = G.\frac{2m.2m}{16R^2}$ olur.

Buna göre, $\frac{F_1}{F_2} = 4$ tür.

Cevap C

## Örnek - 2

Şekilde aynı düzlemde verilen X, Y, Z noktasal cisimlerinin kütleleri sırası ile m, 2m, m dir.

**X in Y ye uyguladığı kütle çekim kuvvetinin büyüklüğü F olduğuna göre, Y cismine etkiyen bileşke kütle çekim kuvvetinin büyüklüğü kaç F dir?**

A) 6 B) 5 C) 4 D) 3 E) 2

## Çözüm

X in Y ye uyguladığı kütle çekim kuvveti, $F_1 = F = G.\frac{m.2m}{4R^2}$ dir.

Z nin Y ye uyguladığı kütle çekim kuvveti, $F_2 = G.\frac{m.2m}{R^2}$ dir.

$F_1$ ve $F_2$ oranlanırsa, $\frac{F_1}{F_2} = \frac{1}{4}$ bulunur. Buna göre, $F_2 = 4F_1 = 4F$ olur.

Şekildeki gibi Y cismine etkiyen bileşke kuvvetin büyüklüğü,

$F_2 - F_1 = 4F - F = 3F$ bulunur.

Cevap D

## Örnek - 3

Kütlesi m, yarıçapı R olan bir gezegenin yüzeyindeki çekim ivmesi $g_1$, gezegenin yüzeyinden 3R uzaklıkta ise $g_2$ dir.

**Buna göre, $\frac{g_1}{g_2}$ oranı kaçtır?**

A) 16 B) 9 C) 4 D) $\frac{3}{4}$ E) $\frac{1}{9}$

## Çözüm

Gezegenin yüzeyindeki çekim ivmesi,

$g_1 = G.\frac{m}{R^2}$ dir.

Gezegen yüzeyinden 3R uzaktaki noktanın gezegen merkezine uzaklığı ise 4R olur.

Buna göre,

$g_2 = G.\frac{m}{16R^2}$ olur.

Buradan,

$\frac{g_1}{g_2} = 16$ bulunur.

Cevap A

Yayınları

## Örnek - 4

Güneş etrafında dolanmakta olan X ve Y gezegenlerinin güneşe olan ortalama uzaklıkları R ve 4R, X gezegeninin dolanma periyodu ise T dir.

**Buna göre, Y gezegeninin dolanma periyodu kaç T dir?**

A) 1 B) 2 C) 4 D) 8 E) 16

## Çözüm

Periyotlar kanununa göre güneş etrafında dolanan bütün gezegenler için Güneş'e olan ortalama uzaklığın küpünün periyodun karesine oranı aynı sabite eşittir.

Buna göre,

$\frac{R_X^3}{T_X^2} = \frac{R_Y^3}{T_Y^2}$ dir.

$\frac{R^3}{T^2} = \frac{64R^3}{T_Y^2}$ ifadesinden,

$T_Y = 8T$ bulunur.

Cevap D

**1.**

**İki kütle arasında oluşan kütle çekim kuvveti ile ilgili,**

I. Temas gerektirmeyen bir kuvvettir.

II. Büyüklüğü, kütlelerin çarpımı ile doğru orantılı bir kuvvettir.

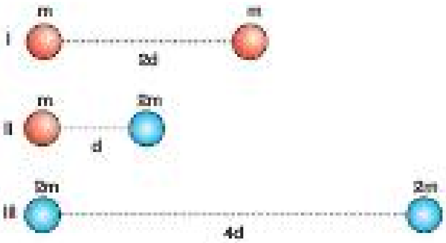
III. İki kütlenin merkezlerini birleştiren doğru üzerinde merkezler arasındaki uzaklığın karesi ile doğru orantılı bir büyüklüktür.

IV. Newton' un etki tepki yasasına göre kütlelere karşılıklı olarak eşit büyüklükte ve zıt yönde etkir.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I B) I ve II C) II ve III D) II ve IV E) I, II ve IV

**2.** I, II, III ile verilen şekildeki cisimlerin birbirine uyguladıkları kütle çekim kuvvetlerinin büyüklükleri $F_1$, $F_2$, $F_3$ tür.




**Buna göre; $F_1$, $F_2$, $F_3$ arasındaki ilişki nedir?**

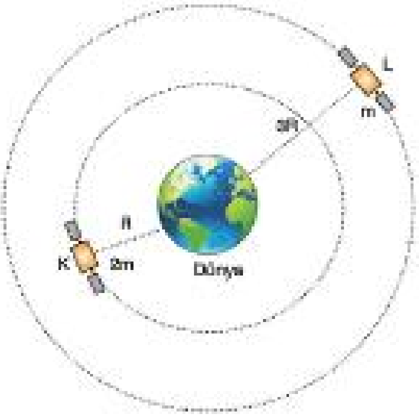
A) $F_1 = F_3 < F_2$
B) $F_1 < F_3 < F_2$
C) $F_3 < F_1 < F_2$
D) $F_3 < F_1 = F_2$
E) $F_1 = F_2 = F_3$

**3.** Dünya' nın yüzeyindeki m kütleli bir cisme, Dünya' nın uyguladığı kütle çekim kuvvetinin büyüklüğü F dir. Cisim Dünya yüzeyinden d uzaklığa götürüldüğünde, Dünya' nın uyguladığı kütle çekim kuvvetinin büyüklüğü $\frac{F}{4}$ oluyor.

**Dünya'nın yarıçapı R olduğuna göre; d uzaklığı kaç R dir?**

A) 4 B) 2 C) $\sqrt{2}$ D) 1 E) $\frac{1}{2}$

**4.** Dünyanın merkezine olan uzaklıkları sırasıyla R, 3R olan K, L uydularının kütleleri 2m, m dir. Dünya'nın K uydusuna uyguladığı kütle çekim kuvvetinin büyüklüğü $F_K$, L uydusuna uyguladığı kütle çekim kuvvetinin büyüklüğü ise $F_L$ dir.

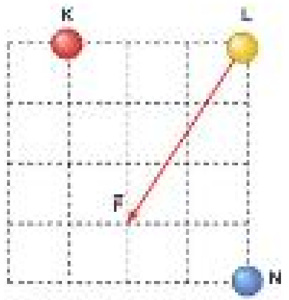



**Buna göre, $\frac{F_K}{F_L}$ oranı kaçtır?**

A) $\frac{1}{18}$ B) $\frac{2}{9}$ C) $\frac{9}{2}$ D) 9 E) 18

Yayınları

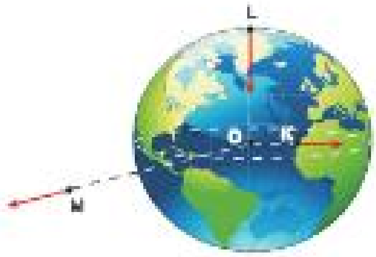
**5.** Aynı düzlemde bulunan $\vec{K}$, $\vec{L}$, $\vec{N}$ kütlelerinden K ve N nin L ye uyguladıkları kütle çekim kuvvetlerinin bileşkesi $\vec{F}$ şekildeki gibidir.




**K nin kütlesi $m_K$, N ninki $m_N$ olduğuna göre, $\frac{m_K}{m_N}$ oranı kaçtır?**

A) $\frac{3}{8}$ B) $\frac{1}{3}$ C) $\frac{1}{2}$ D) $\frac{4}{9}$ E) $\frac{9}{8}$

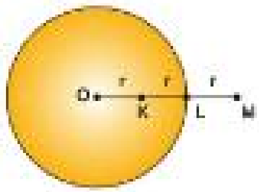
**6.** Dünya' nın içindeki K noktası, yüzeyindeki L noktası ve dışındaki bir M noktasında kütle çekim alanı kuvvet çizgilerinin yönleri şekildeki gibi gösterilmiştir.




**Buna göre, K, L, M noktalarından hangilerinde kütle çekim alanı kuvvet çizgilerinin yönü yanlış gösterilmiştir?**

A) Yalnız K B) Yalnız L C) Yalnız M
D) K ve M E) L ve M

**7.** Küresel bir gezegenin içindeki K, yüzeyindeki L ve dışındaki M noktasında oluşturduğu çekim ivmeleri sırasıyla $g_K$, $g_L$ ve $g_M$ dir.




**Buna göre; $g_K$, $g_L$, $g_M$ arasındaki ilişki nedir?**

(Noktalar arasındaki uzaklıklar eşittir.)

A) $g_K > g_L > g_M$ B) $g_L > g_K > g_M$
C) $g_M > g_L > g_K$ D) $g_L > g_K = g_M$
E) $g_L > g_M > g_K$

**8.** Dünya yüzeyinde kütle çekimi ivmesinin büyüklüğü g dir.

**Buna göre, kütlesi Dünya kütlesinin 3 katı, yarıçapı ise Dünya' nınkinin iki katı olan bir gezegenin yüzeyindeki kütle çekimi ivmesinin büyüklüğü kaç g dir?**

A) $\frac{1}{12}$ B) $\frac{1}{6}$ C) $\frac{3}{4}$ D) $\frac{3}{2}$ E) 12

**9.** Özkütlesi d, yarıçapı 2R olan bir gezegenin yüzeyinde dinamometre ile X cisminin ağırlığı 24 N olarak ölçülüyor.

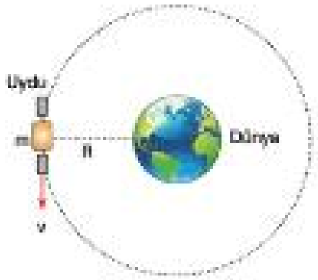
**Buna göre, özkütlesi 3d, yarıçapı R olan gezegende X cisminin ağırlığı dinamometre ile kaç N ölçülür?**

A) 6 B) 12 C) 24 D) 36 E) 48

Yayınları

Test - 7 1-E 2-A 3-D 4-E 5-A 6-D 7-B 8-C 9-D

**1.** Kütlesi m olan bir uydu, Dünya etrafında R yarıçaplı yörüngede şekildeki gibi düzgün çembersel hareket yapmaktadır.




**Buna göre,**

I. Uydunun kinetik enerjisi ile Dünya' ya göre kütle çekim potansiyel enerjisinin toplamı, uydunun bağlanma enerjisidir.

II. Uydunun kütlesi m nin artması uydunun bağlanma enerjisini artırır.

III. Uydunun yörünge yarıçapı R nin artması uydunun kurtulma enerjisini azaltır.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

**2.** **Ay' ın Dünya etrafında yaptığı dolanma hareketi ile ilgili,**

I. Ay' ın Dünya etrafında dönmesini sağlayan merkezcil kuvvet, Dünya' nın Ay' a uyguladığı kütle çekim kuvvetidir.

II. Ay' ın dolanımı süresince açısal momentumu değişmez.

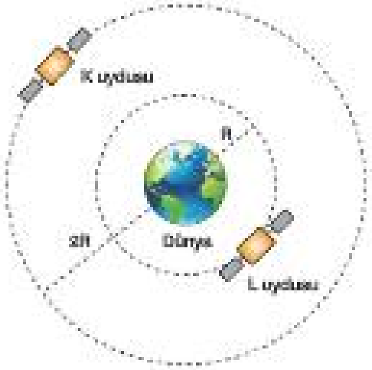
III. Dünya' nın Ay' a uyguladığı kütle çekim kuvveti, Ay' ın Dünya' ya uyguladığı kütle çekim kuvvetinden büyüktür.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II D) I ve III E) II ve III

Fi' Yayınları

**3.** Dünyanın çevresinde 2R, R yarıçaplı çembersel yörüngelerde dönmekte olan K ve L özdeş uyduları şekildeki gibidir.




**Buna göre,**

I. K nin dolanma hızı, L ninkinden büyüktür.

II. K nin Dünya' ya göre kütle çekim potansiyel enerjisi L ninkinden büyüktür.

III. L yi Dünya'nın çekim alanından kurtarmak için harcanacak kurtulma enerjisi, K ye göre daha çoktur.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız II B) I ve II C) II ve III D) I ve III E) I, II ve III

**4.** Yarıçapları aynı olan m, 2m, 3m kütleli X, Y, Z gezegenlerinin yüzeyinde bulunan özdeş roketler, gezegenlerin çekim alanından çıkabilecekleri en küçük kinetik enerjiler olan $E_X$, $E_Y$, $E_Z$ ile fırlatılıyorlar.

**Buna göre; $E_X$, $E_Y$, $E_Z$ arasındaki ilişki nedir?**

A) $E_X > E_Y > E_Z$ B) $E_Z > E_Y > E_X$ C) $E_Y > E_X > E_Z$ D) $E_Z > E_X > E_Y$ E) $E_X = E_Y = E_Z$

**5.** Johannes Kepler, gezegenlerin Güneş etrafındaki hareketini Newton'ın kütle çekim kuvvetine dayandırarak açıklamıştır.

**Buna göre,**

I. Gezegenler, odaklarının birinde Güneş bulunan elips şeklindeki yörüngelerde dolanır.

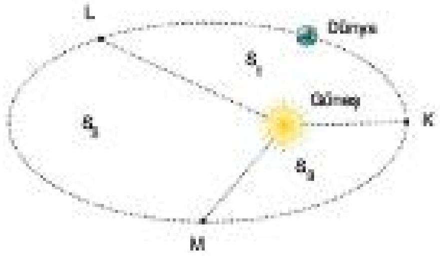
II. Gezegenlerin dolanımı sırasında gezegeni Güneş' e birleştiren yarıçap vektörü eşit zaman aralıklarında eşit alanlar süpürür.

III. Güneş etrafında dolanan bütün gezegenlerin dolanma periyotları birbirine eşittir.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) I ve II B) I ve III C) II ve III D) Yalnız I E) I, II ve III

**7.** Güneş etrafında dolanmakta olan Dünya' yı Güneş'e birleştiren yarıçap vektörü şekildeki gibi; Dünya K den L ye giderken $S_1$, L den M ye giderken $S_2$, M den K ye giderken ise $S_3$ alanlarını sırası ile $t_1$, $t_2$, $t_3$ sürelerde tarıyor.




**$S_3 < S_1 < S_2$ olduğuna göre; $t_1$, $t_2$, $t_3$ arasındaki ilişki nedir?**

A) $t_2 < t_1 < t_3$ B) $t_3 < t_1 < t_2$ C) $t_1 < t_2 < t_3$ D) $t_3 < t_1 = t_2$ E) $t_1 = t_2 = t_3$

Fi Yayınları

**6.** Güneş etrafında dolanmakta olan Dünya' nın periyodu 12 ay, yörüngesinin ortalama yarıçapı R dir.

**Buna göre, Güneşe göre ortalama yarıçapı 2R olan gezegenin periyodu kaç ay dır?**

A) 24 B) $24\sqrt{2}$ C) $24\sqrt{3}$ D) $8\sqrt{3}$ E) 16

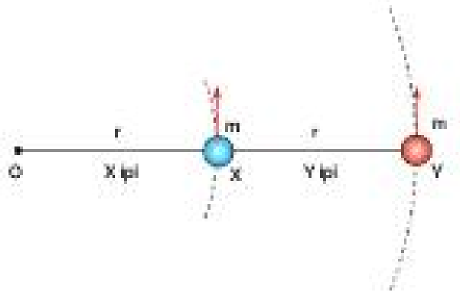
**8.** Güneş etrafında dolanmakta olan bir gezegen yörüngesi üzerinde Güneş'e en yakın noktadan geçiyor.

**Buna göre, Güneş'e en uzaktan geçtiği noktaya göre aşağıdakilerden hangisi söylenemez?**

A) Çizgisel hızı artmıştır.
B) Açısal hızı artmıştır.
C) Gezegene etkiyen kütle çekim kuvveti artmıştır.
D) Güneş' e göre eylemsizlik momenti azalmıştır.
E) Güneş' e göre açısal momentumu azalmıştır.

Test - 8 1-E 2-C 3-C 4-B 5-A 6-B 7-B 8-E

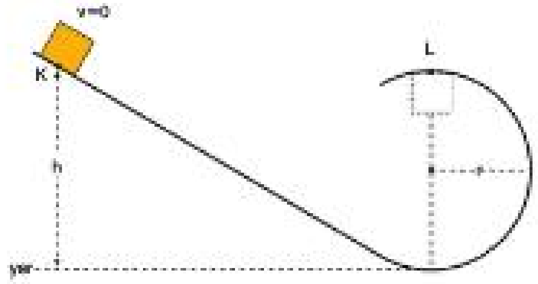
**1.** Aynı ipe bağlı m kütleli X ve Y cisimleri, O noktası etrafında yatay düzlemde düzgün çembersel hareket yapıyorlar.




**Y ipindeki gerilme kuvvetinin büyüklüğü 10 N olduğuna göre, X ipindeki gerilme kuvvetinin büyüklüğü kaç N dur?**
(Sürtünmeler önemsizdir.)

A) 10 B) 15 C) 20 D) 25 E) 30

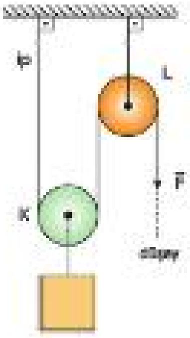
**2.** Düşey kesiti şekildeki gibi olan sürtünmesiz ray düzeneğinde K noktasından serbest bırakılan m kütleli vagon, r yarıçaplı çembersel yörüngenin en tepe noktası olan L noktasından geçerken raydan vagona mg kadar tepki kuvveti etkiyor.




**K noktasının yerden yüksekliği h olduğuna göre; h kaç r dir?**
(g, yer çekimi ivmesidir.)

A) 2 B) $\frac{5}{2}$ C) 3 D) 4 E) $\frac{9}{2}$

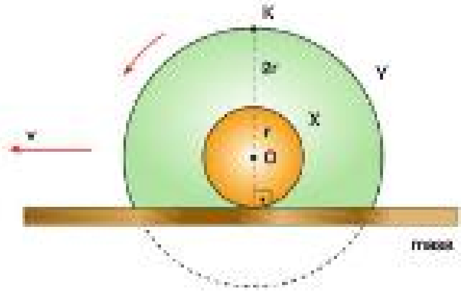
**3.** Şekildeki düzenekte K makarası hareketli, L makarası ise sabittir. İpin ucu F kuvveti ile sabit hızla çekildiğinde, özdeş K ve L makaralarının dönme kinetik enerjileri $E_K$ ve $E_L$ oluyor.




**Makaraların eylemsizlik momentleri I olduğuna göre, $\frac{E_K}{E_L}$ oranı kaçtır?**

A) $\frac{1}{8}$ B) $\frac{1}{4}$ C) $\frac{1}{2}$ D) 1 E) 2

**4.** O noktası etrafında dönecek şekilde birbirine yapıştırılmış r yarıçaplı X, 3r yarıçaplı Y silindirlerinden X şekildeki gibi masa üzerinde v büyüklüğündeki öteleme hızı ile dönerek öteleme hareketi yapıyor.

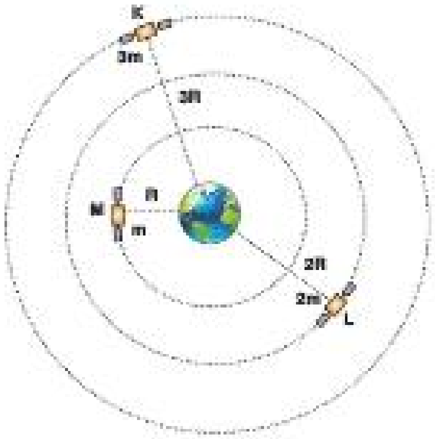



**Buna göre, Y silindiri üzerindeki K noktasının yere göre anlık hızının büyüklüğü kaç v dir?**

A) 2 B) 3 C) 4 D) 5 E) 6

Fırat Yayınları

**5.** Dünya etrafında R, 2R, 3R yarıçaplı çembersel yörüngelerde 3m, 2m, m kütleli K, L, M iletişim uyduları şekildeki gibi dolanmaktadır.




**Uyduların dolanma periyotları $T_K$, $T_L$, $T_M$ olduğuna göre bunlar arasındaki ilişki nedir?**

A) $T_K < T_M < T_L$

B) $T_L < T_M < T_K$

C) $T_K < T_L < T_M$

D) $T_M < T_L < T_K$

E) $T_K = T_L = T_M$

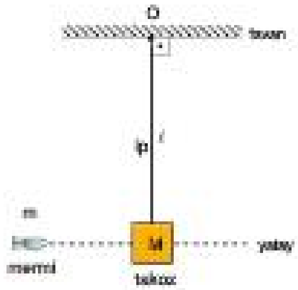
**6.** Dünya-Ay sisteminde, Dünya'nın Ay'a uyguladığı çekim kuvvetinin büyüklüğü F, Ay'ın Dünya'ya göre bağlanma enerjisi E dir.

**Dünya-Ay uzaklığı sabit kalmak şartıyla, Dünya'nın kütlesi şimdikinin iki katı olsaydı, F ve E nasıl değişirdi?**

| | F | E |
|---|---|---|
| A) | Artardı | Artardı |
| B) | Artardı | Azalırdı |
| C) | Değişmezdi | Değişmezdi |
| D) | Azalırdı | Değişmezdi |
| E) | Azalırdı | Azalırdı |

Fi̇f Yayınları

**7.** Düşey düzlemde, uzunluğu ℓ olan bir ipin ucuna bağlı M kütleli takoz şekildeki gibi dengede iken m kütleli bir mermi v hızıyla takoza çarpıp saplanıyor.




**Buna göre, takoz ve mermiden oluşan kütlenin O noktasına göre açısal momentumunun büyüklüğü;**

I. M, takoz kütlesinin artması ile artar.

II. m, mermi kütlesinin artması ile artar.

III. v, hızının artması ile artar.

IV. ℓ, ip uzunluğunun artması ile artar.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız III B) I ve II C) II ve III D) I ve IV E) II, III ve IV

**8. Kütle çekim kuvveti ile ilgili olarak aşağıdaki yargılardan hangisi yanlıştır?**

A) Cisimlerin kütlelerinden dolayı birbirine uyguladıkları çekme kuvvetidir.

B) İki kütle arasında oluşan etki tepki kuvvetidir.

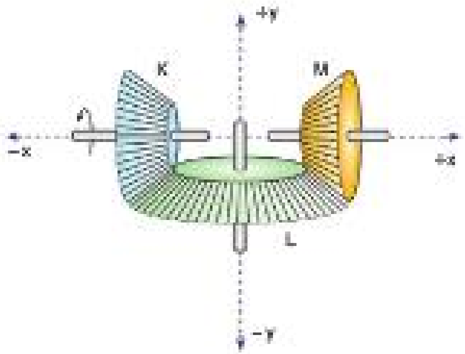
C) Ay ve iletişim uydularının Dünya etrafında dönmesini sağlayan kuvvettir.

D) İki kütle arasındaki uzaklığın karesi ile ters orantılı değişir.

E) Uyduların gezegenler etrafında dönmesini sağlarken uydunun açısal momentumunun değişmesini sağlar.

| Test - 9 | 1-B | 2-C | 3-B | 4-C | 5-D | 6-A | 7-E | 8-E |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

**1.** Yarıçapları sırasıyla r, 2r, r olan K, L, M konik dişlilerinden K dişlisi şekildeki gibi ok yönünde sabit açısal hızla döndürülüyor.




**Buna göre, dişlilerin dönme eksenlerine göre açısal momentumlarının yönleri nedir?**

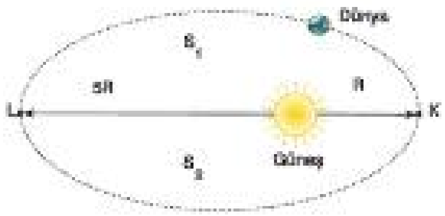
| | K | L | M |
|---|---|---|---|
| A) | − x | − y | − x |
| B) | + x | − y | − x |
| C) | + x | + y | + x |
| D) | + x | + y | − x |
| E) | − x | + y | − x |

**2.** Dünya'nın yüzeyinde bulunan m kütleli bir cismin ağırlığı dinamometre ile P olarak ölçülüyor. Cismin ağırlığı Dünya yüzeyinden d kadar yukarıda $\frac{P}{9}$ olarak ölçülüyor.

**Dünya'nın yarıçapı R olduğuna göre; d uzaklığı kaç R dir?**

A) $\frac{1}{2}$ B) 2 C) 1 D) $\sqrt{2}$ E) 4

**3.** Güneş etrafında şekildeki gibi dolanmakta olan Dünya'nın Güneş'e en yakın olduğu nokta K, en uzak olduğu nokta ise L noktasıdır.




**Buna göre,**

I. Dünya' nın Güneş'e olan ortalama uzaklığı 3R dir.

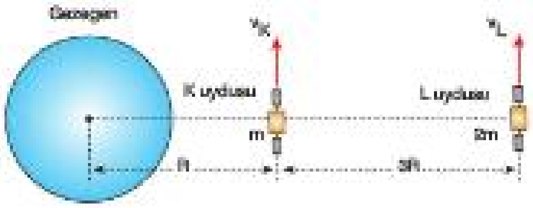
II. $S_1$ ve $S_2$ alanları birbirine eşittir.

III. Dünya' nın K noktasından geçerken Güneş' e göre açısal momentumunun büyüklüğü L noktasındakinden daha büyüktür.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve III D) I ve II E) II ve III

**4.** Bir gezegenin merkezinden R, 4R uzaklıktaki çembersel yörüngelerde dolanmakta olan m ve 2m kütleli K, L uydularının çizgisel hızlarının büyüklüğü $v_K$ ve $v_L$ dir.

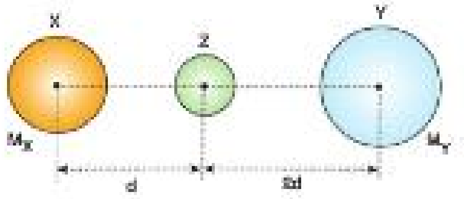



**Buna göre, $\frac{v_K}{v_L}$ oranı kaçtır?**

A) 16 B) 4 C) 2 D) $\frac{1}{2}$ E) $\frac{1}{8}$

Fı' Yayınları

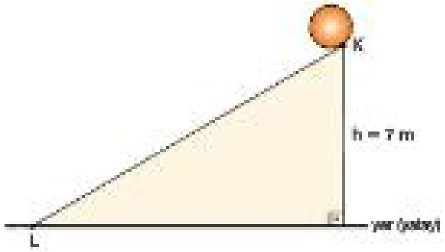
**5.** X, Y, Z küresel cisimleri, merkezleri aynı doğrultu üzerinde olacak biçimde, şekildeki gibi yerleştirildiğinde serbest bırakılan Z küresel cismi hareketsiz kalıyor.




**X cisminin kütlesi $M_X$, Y ninki $M_Y$ olduğuna göre, $\frac{M_X}{M_Y}$ oranı kaçtır?**

A) 4  B) 2  C) 1  D) $\frac{1}{2}$  E) $\frac{1}{4}$

**6.** Düşey kesiti şekildeki gibi olan eğik düzlemin h = 7 m yüksekliğindeki K noktasından serbest bırakılan küresel cismin, kütlesi 2 kg, eylemsizlik momenti 7 kgm$^2$ dir. Cisim, dönerek öteleme hareketi yaparak eğik düzlemin L noktasından geçtiğinde dönme kinetik enerjisi ile öteleme kinetik enerjisi birbirine eşit oluyor.

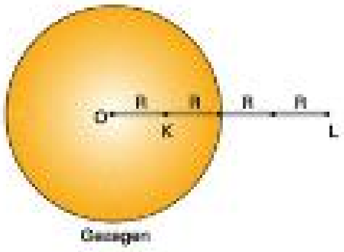



**Buna göre, küresel cismin L noktasından geçerken sahip olduğu açısal hızın büyüklüğü kaç rad/s dir?**

(g = 10 m/s$^2$)

A) $\sqrt{10}$  B) $2\sqrt{10}$  C) $\sqrt{5}$  D) $2\sqrt{5}$  E) $4\sqrt{5}$

**7.** Yarıçapı 2R olan şekildeki gezegenin K ve L noktalarında oluşturduğu çekim ivmelerinin şiddetleri $g_K$ ve $g_L$ dir.

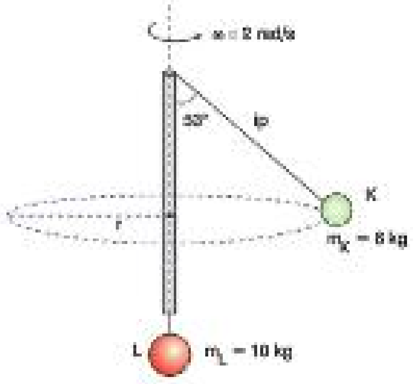



**Buna göre, $\frac{g_K}{g_L}$ oranı kaçtır?**

(Noktalar arası uzaklıklar eşittir.)

A) 16  B) 8  C) 4  D) 2  E) 1

**8.** Bir borunun içinden geçirilen ipin iki ucuna kütleleri 8 kg ve 10 kg olan K ve L cisimleri bağlanıp K cismi ω = 2 rad/s açısal hızı ile döndürüldüğünde L cismi şekildeki gibi dengede kalıyor.




**K cisminin çembersel yörüngesinin yarıçapı r olduğuna göre; r kaç m dir?**

(g = 10 m/s$^2$, sin37° = 0,6; cos37° = 0,8; sürtünmeler önemsiz.)

A) $\frac{5}{3}$  B) $\frac{10}{3}$  C) $\frac{20}{3}$  D) $\frac{40}{3}$  E) $\frac{80}{3}$

Test - 10  1-B  2-B  3-D  4-C  5-E  6-D  7-D  8-B

# ÇÖZÜMLERİ

## Test - 1

### Çözüm 1

Şekilde de görüldüğü gibi cisim K noktasından L noktasına geldiğinde 270° lik açı dönmüş olur.

Bir periyotluk süreye T denilirse, T sürede 360° lik açıyı döner.

Bu durumda 270° lik açıyı ise $\frac{3T}{4}$ sürede dönmüş olur.

$\frac{3T}{4} = 6\ s \Rightarrow T = 8\ s$ bulunur.

Cevap C

### Çözüm 2

Boncuğun bir saniyedeki tur sayısı frekansını verir.

Buna göre, $f = 5\ s^{-1}$ olur.

Çizgisel hızın büyüklüğü, $v = 2\pi.f.r$ formülü ile hesaplanır.

$r = 20\ cm = 0,2\ m$ için, $v = 2.3.5.0,2$ den,

çizgisel hızın büyüklüğü $v = 6\ m/s$ olur.

Cevap B

### Çözüm 3

K ve L cisimleri bulundukları konumdan ilk defa M ve N noktalarına aynı anda geldiklerinde ikisi de $\frac{1}{2}$ tur yapmış olur.

Bu durumda cisimlerin periyotları birbirine eşit olur.

Çizgisel hızın büyüklüğü $v = \frac{2\pi.r}{T}$ formülü ile hesaplanır.

Cisimlerin periyotlarına T denilirse;

$v_K = \frac{2\pi.2r}{T}$, $v_L = \frac{2\pi.r}{T}$ ifadelerinden,

$\frac{v_K}{v_L} = 2$ bulunur.

Cevap E

### Çözüm 4

Düzgün çembersel hareket yapan K ve L cisimlerinin merkezcil ivmelerinin büyüklükleri,

$a = \omega^2.r$ formülü ile hesaplanır.

Cisimlerin açısal hızlarının büyüklüğü eşit ve ω olduğuna göre;

$a_K = \omega^2.r$

$a_L = \omega^2.4r$ olur.

Buradan,

$\frac{a_K}{a_L} = \frac{1}{4}$ bulunur.

Cevap A

### Çözüm 5

Lunapark dönme dolabı düzgün çembersel hareket yaparken koltukları da aynı hareketi yapar.

Bu harekette, cismin çizgisel hızının büyüklüğü değişmezken hız vektörünün yönü sürekli değişir. Bundan dolayı koltuğun çizgisel hızı sabit değildir.

(I.Yanlış)

Koltuğun merkezcil ivmesinin büyüklüğü daima sabittir.

(II.Doğru)

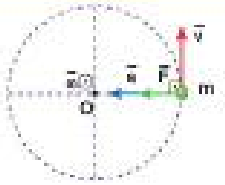
Koltuğa etkiyen merkezcil kuvvetin yönü daima çembersel yörüngenin merkezine bakacak şekilde değişir.

(III.Doğru)

Cevap C

# ÇÖZÜMLERİ

## Çözüm 6




Düzgün çembersel hareket yapan bir cismin çizgisel hız ($\vec{v}$), merkezcil ivme ($\vec{a}$), merkezcil kuvvet ($\vec{F}$) ve açısal hız ($\vec{\omega}$) vektörleri şekildeki gibidir.

Buna göre,

merkezcil ivme vektörü, çizgisel hız vektörüne daima dik olur.

(I.Doğru)

Merkezcil ivme vektörü ile merkezcil kuvvet vektörleri daima aynı yönlü olur.

(II.Doğru)

Açısal hız vektörü sağ el kuralına göre bulunduğunda, daima cismin döndüğü düzleme dik olur. Bundan dolayı da çizgisel hız vektörüne dik olur.

(III.Yanlış)

Cevap D

## Çözüm 7

Merkezcil kuvvet, cisimlerin dönmesini sağlayan ve cisme etkiyen kuvvetlerin bileşkesi olan net kuvvettir. (I.Doğru)

Newton' un II. hareket yasasına göre $\vec{F}_{net} = m.\vec{a}$ dır.

İvmenin oluşmasını net kuvvet sağlar.

Bundan dolayı da merkezcil kuvvet, merkezcil ivmenin oluşmasını sağlar. (II.Doğru)

Merkezcil kuvvetin yönü daima merkeze doğrudur. (III.Doğru)

Cevap A

## Çözüm 8

Top K noktasına geldiğinde Zeynep ipi bırakınca topun üzerindeki merkezcil kuvvet ortadan kalkar.

Top bu anda sahip olduğu çizgisel hız yönünde hareketine devam eder.

Bundan dolayı topun hareket yönü 4 numaralı yön olur.

Cevap D

# Test - 2

## Çözüm 1

İlk durumda merkezcil kuvvetin büyüklüğü,

$F_{ilk} = F = \frac{m.v^2}{R}$ dır.

Son durumda ise,

$F_{son} = \frac{m.(2v)^2}{2R} = \frac{4mv^2}{2R} = \frac{2mv^2}{R}$ olur.

Buna göre, $F_{son} = 2F_{ilk}$ bulunur.

Cevap C

## Çözüm 2

Düzgün çembersel hareket yapan topa etkiyen merkezcil kuvvetin büyüklüğü, yörüngesi üzerindeki her noktada birbirine eşit ve $\frac{m.v^2}{R}$ değerindedir.

Buna göre; K, L, M noktalarındaki merkezcil kuvvetlerin büyüklükleri, $F_K = F_L = F_M$ olur.

Cevap D

**Çözüm 3**

Aynı merkez etrafında dönebilecek şekilde birbirine yapışık olan X ve Y kasnaklarının açısal hızları birbirine eşit olurken ($\omega_X = \omega_Y$).

farklı merkezler etrafında dönebilen Y ve Z kasnaklarının çizgisel hızları birbirine eşit olur. ($v_Y = v_Z$)

$v = \omega.r$ ifadesine göre; $v_Y = \omega_Y.r$ ve $v_Z = \omega_Z.2r$ dir.

$v_L = v_Z$ ve $\omega_Z = \omega_L$ olacağından,

$v_Y = v_L$ ve $\omega_Y.r = \omega_L.2r$ olur.

$\omega_Y = 2\omega_L$ ve $\omega_Y = \omega_K$ ise $\omega_K = 2\,\omega_L$ olur.

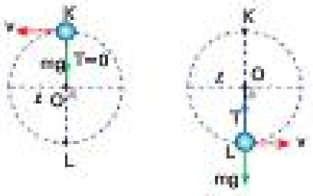
Buna göre; $\dfrac{\omega_K}{\omega_L} = 2$ olur.

Cevap E

**Çözüm 4**

Şekil - I de cismin K noktasından ancak geçiyor olması ip gerilme kuvvetinin sıfır olması demektir.

Bu durumda merkezcil kuvvetin büyüklüğü, F = mg den, cismin ağırlığına eşit olur.




Şekil - I  Şekil - II

Cisim, Şekil - II deki gibi L noktasından geçtiğinde ise merkezcil kuvvet, $F = T - mg$ olur.

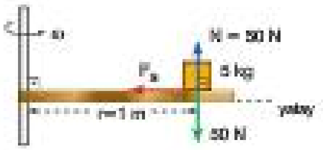
Buna göre, ip gerilme kuvvetinin büyüklüğü,

$mg = T - mg \Rightarrow T = 2mg$ bulunur.

Cevap C

**Çözüm 5**

5 kg kütleli bloğun tabla ile birlikte savrulmadan dönebilmesini sağlayan merkezcil kuvvet şekildeki gibi $F_S$ sürtünme kuvvetidir.




$F_S \geq m.\omega^2.r$ şartında blok savrulmaz.

Buna göre, açısal hızın en büyük değerinde, $F_S = m.\omega^2.r$ olur.

$F_S = k.N = m.\omega^2.r \Rightarrow 0,4.50 = 5.\omega^2.1$

ifadesinden açısal hızın en büyük değeri, $\omega = 2$ rad/s bulunur.

Cevap A

**Çözüm 6**

Konik sarkaçta cismin r = 30 cm yarıçaplı çemberin üzerinde dönebilmesini sağlayan merkezcil kuvvet şekildeki gibi T ile mg nin bileşkesidir.

Şekle göre, $F = T.\sin 53^\circ \Rightarrow F = 40.0,8 = 32$ N olur.

$\tan 53^\circ = \dfrac{m.\omega^2.r}{mg} = \dfrac{\omega^2.r}{g}$ ifadesinden,

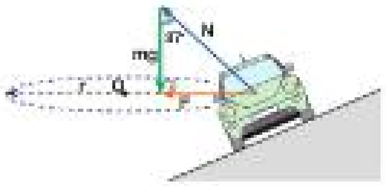
$\dfrac{0,8}{0,6} = \dfrac{\omega^2.0,3}{10} \Rightarrow \omega = \dfrac{20}{3}$ rad/s bulunur.

Cevap B

Prf Yayınları

## Çözüm 7

Eğimli virajda arabanın emniyetli bir şekilde dönüşünü sağlayan merkezcil kuvvet şekildeki gibi eğik düzlemin arabaya uyguladığı N tepki kuvveti ile arabanın ağırlığı mg nin bileşkesi olan F kuvvetidir.




$F = \frac{mv^2}{r}$ olarak hesaplanır.

Buna göre; $\tan 37° = \frac{mv^2}{mgr} = \frac{v^2}{gr} \Rightarrow v^2 = r.g.\tan 37°$ olur.

$225 = r.10.\frac{0,6}{0,8}$ ifadesinden, $r = 30$ m bulunur.

Cevap A

## Çözüm 8

Yatay virajda otomobilin emniyetli bir şekilde dönüşünü gerçekleştirebilmesini sağlayan merkezcil kuvvet, yolun otomobile uyguladığı $F_S$ sürtünme kuvvetidir.

$F_S \geq \frac{mv^2}{r}$ olduğunda otomobil savrulmadan dönüşünü yapar.

Otomobil, şekildeki yatay virajı dönerken savruluyorsa, $F_S \leq \frac{mv^2}{r}$ olmalıdır.

$F_S = k.N = k.mg$ dir.

Savrulmanın olmaması için, $F_S$ artırılmalı ya da $\frac{mv^2}{r}$ azaltılmalıdır.

Buna göre;

r yarıçapı artırılarak, $\frac{mv^2}{r}$ azaltılır. (I.Doğru)

m kütlesinin artırılması, $F_S$ ve $\frac{mv^2}{r}$ yi aynı değerde etkiler. Bundan dolayı kütlenin savrulmaya bir etkisi olmaz. (II.Yanlış)

k sürtünme katsayısı artırılarak $F_S$ artırılır. (III.Doğru)

v hızı artırılarak $\frac{mv^2}{r}$ artırılır. (IV. Yanlış)

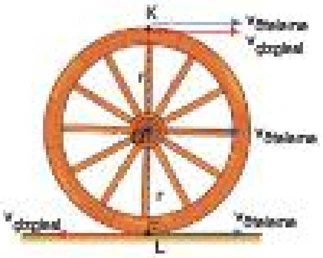
Cevap D

Fm Yayınları

# Test - 3

## Çözüm 1

Kaymadan dönerek ilerleyen cisimlerde, öteleme hareketinden dolayı, $v_{öteleme}$, dönme hareketinden dolayı da $v_{çizgisel}$ hızı vardır. Dönerek ilerleyen tekerleğin K, O, L noktalarının hızları bu durumda şekildeki gibi olur. Daima $v_{öteleme} = v_{çizgisel}$ dir.




Tekerleğin üzerindeki noktaların yere göre hızı,

$\vec{v}_{öteleme} + \vec{v}_{çizgisel}$ olarak hesaplanır.

Buna göre; O noktasının öteleme hızı ile K noktasının öteleme hızı eşittir. (I.Doğru)

O noktasının öteleme hızı ile K noktasının çizgisel hızı eşittir. (II. Doğru)

L noktasının yere göre hızı, $v_L = \vec{v}_{öteleme} + \vec{v}_{çizgisel}$ toplamından, $v_{öteleme} = v_{çizgisel}$ olduğu için sıfır olur. (III.Doğru)

Cevap E

## Çözüm 2

Tekerleklerin $v_X$, $v_Y$ çizgisel hızlarının büyüklükleri merkezlerinin öteleme hızlarına eşittir.

Noktalar arası uzaklıklara d denilirse, t sürede;

X tekerleği K den M ye 2d

Y tekerleği K den P ye 4d yol alarak gelmiştir.

Buna göre;

$2d = v_X.t$ ve $4d = v_Y.t$

$\frac{2d}{4d} = \frac{v_X.t}{v_Y.t}$

$\frac{v_X}{v_Y} = \frac{1}{2}$ olur.

Cevap B

### Çözüm 3

Silindir, $v = 10$ m/s öteleme hızı ile dönerek öteleme hareketi yapıyorken K noktasının çizgisel hızının büyüklüğü öteleme hızının büyüklüğüne eşit olur. (III.Yanlış)

Çizgisel hız $v = \omega . r$ ifadesi ile hesaplanır.

Buradan açısal hız, $\omega = \frac{v}{r} \Rightarrow \omega = \frac{10}{0,2} = 50$ rad/s bulunur.

(I.Doğru)

K noktasının yere göre anlık hızı çizgisel hız ile öteleme hızının toplanmasından dolayı,

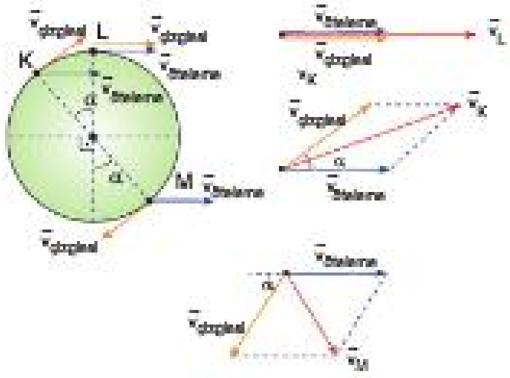
$v_{öteleme} + v_{çizgisel} = 10 + 10 = 20$ m/s olur. (II.Doğru)

Cevap C

### Çözüm 4

Dönerek ilerleyen diskin K, L ,M noktalarının yere göre hızı,

$\vec{v}_{öteleme} + \vec{v}_{çizgisel}$ vektörel toplamasıyla ile hesaplanır.




İki vektör arasındaki açı büyüdükçe bileşke vektör küçülür kuralınca şekildeki gibi hız vektörleri toplandığında K, L, M noktalarının yere göre hızlarının büyüklükleri arasındaki ilişki,

$v_M < v_K < v_L$ olur.

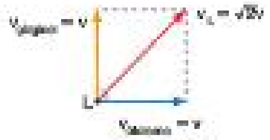
Cevap C

### Çözüm 5

Tekerleğin merkezi olan O noktasının yere göre anlık hızı, tekerleğin öteleme hızına eşittir.

$v_{öteleme} = v_{çizgisel} = v$

Buna göre K ve L noktalarının yere göre anlık hızlarının büyüklükleri $v_K$ ve $v_L$ şekildeki gibi hesaplanır.



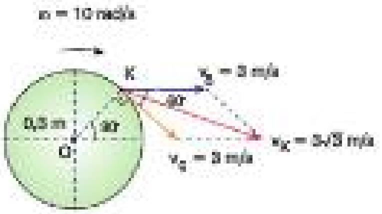

Buradan, $\frac{v_K}{v_L} = \frac{2v}{\sqrt{2}v} = \sqrt{2}$ bulunur.

Cevap D

### Çözüm 6

$v_{öteleme} = v_{çizgisel} = v = \omega . r$ ifadesinden,

$v = 10.0,3 = 3$ m/s bulunur.




Şekildeki gibi çizgisel hız ile öteleme hızı vektörel olarak toplanırsa, K noktasının yere göre anlık hızının büyüklüğü,

$v_K = 3\sqrt{3}$ m/s bulunur.

Cevap C

Fi̇rf Yayınları

### Çözüm 7

Silindirin 4 s de aldığı yol,

$|KL| = v_{öteleme}.t$ ifadesinden hesaplanırsa;

$0,2 = v_{öteleme}.4 \Rightarrow v_{öteleme} = 0,05$ m/s bulunur.

Açısal hız, $v_{öteleme} = v_{çizgisel} = \omega.r$ ifadesinden hesaplanır.

Buna göre;

$0,05 = \omega.0,05 \Rightarrow \omega = 1$ rad/s bulunur.

Cevap B

### Çözüm 8

Silindir v = 0,4 m/s öteleme hızı ile hareket ederken silindire sarılı ip ve ipe bağlı R kutusu öteleme ve çizgisel hızların toplamı olan 0,8 m/s hızla hareket eder.

Silindir 3 s hareket ederse, R kutusu,

$3.0,8 = 2,4$ m yükselir.

Cevap D

## Test - 4

### Çözüm 1

Eylemsizlik momenti $I = m.r^2$ ifadesi ile hesaplanır.

Bu ifadede, m dönen cismin kütlesi, r ise kütlenin dönme eksenine olan uzaklığıdır.

Bu iki nicelikten herhangi birinin artması eylemsizlik momentini artırır.

Açısal hız $\omega$ nın artması ise eylemsizlik momentini değiştirmez.

Cevap B

### Çözüm 2

Çubuğun kütle merkezi, dönme ekseninden uzaklaştıkça eylemsizlik momenti artar.

$I_K > I_L > I_M$ dir.

Cevap A

### Çözüm 3

Farklı merkezler etrafında birlikte dönen dişli çarkların çizgisel hızları eşit büyüklükte olurken açısal hızları yarıçapla ters orantılı olur.

Buna göre, r yarıçaplı K dişli çarkı $\omega$ açısal hızı ile dönerse 2r yarıçaplı L dişli çarkı $\frac{\omega}{2}$ açısal hızı ile döner.

Dönen cisimlerin dönme kinetik enerjisi,

$E_K = \frac{1}{2}I.\omega^2$ formülü ile hesaplanır.

Buna göre;

K nın dönme kinetik enerjisi, $E_K = \frac{1}{2}2I.\omega^2$

L nin dönme kinetik enerjisi, $E_L = \frac{1}{2}I.\frac{\omega^2}{4}$

ifadesinden, $\frac{E_K}{E_L} = 8$ bulunur.

Cevap E

### Çözüm 4

3r yarıçaplı K dişli çarkı $\omega$ açısal hızı ile dönerse, r yarıçaplı L dişli çarkı $3\omega$, 2r yarıçaplı M dişli çarkı $\frac{3\omega}{2}$ açısal hızı ile döner.

Dişli çarkların eylemsizlik momentleri birbirine eşit olduğuna göre;

$E_K = \frac{1}{2}I.\omega^2$

$E_L = \frac{1}{2}I.9\omega^2$

$E_M = \frac{1}{2}I.\frac{9}{4}\omega^2$

ifadelerinden, $E_K < E_M < E_L$ bulunur.

Cevap D

Fi Yayınları

## Çözüm 5

Çubuk, Şekil - I deki durumundan Şekil - II deki duruma getirildiğinde kütle merkezi dönme eksenine yaklaştığı için eylemsizlik momenti I azalır.

Açısal hızı sabit kalıp, eylemsizlik momenti azaldığı için,

$E_{dönme} = \frac{1}{2}I.\omega^2$ formülüne göre,

dönme kinetik enerjisi E azalır.

Cevap A

## Çözüm 6

Silindirin toplam kinetik enerjisi,

$E_{toplam} = E_{öteleme} + E_{dönme}$ ifadesiyle hesaplanır.

$E_{dönme} = \frac{1}{2}I.\omega^2 = \frac{1}{2}(\frac{1}{2}m.r^2).\omega^2 = \frac{1}{4}m.r^2.\omega^2$ olur.

$v = \omega.r$ olduğundan, $E_{dönme} = \frac{1}{4}m.v^2 = 10$ J olur.

$E_{öteleme} = \frac{1}{2}m.v^2 = 20$ J olur.

$E_{toplam} = E_{dönme} + E_{öteleme} = 10 + 20 = 30$ J bulunur.

Cevap C

## Çözüm 7

L bloğu serbest bırakılıp yere ulaştığında enerjinin korunumu ilkesine göre, L bloğunun kaybettiği yere göre kütle çekim potansiyel enerjisi, L nin yere çarpma kinetik enerjisi ile K dişli çarkının dönme kinetik enerjisinin toplamına eşit olur.

Ayrıca L bloğunun yere çarptığı hız ile K nin çizgisel hızının büyüklüğü birbirine eşit olur. (III.Doğru)

Buna göre;

$mgh = \frac{1}{2}m.v^2 + \frac{1}{2}I_K.\omega^2$ dir.

$I_K = m.r^2$ olduğu için;

$mgh = \frac{1}{2}m.v^2 + \frac{1}{2}m.r^2.\omega^2$ olur.

K dişli çarkının çizgisel hızı, $v = \omega.r \Rightarrow v^2 = \omega^2.r^2$ yazılır.

Buna göre;

$mgh = \frac{1}{2}m.v^2 + \frac{1}{2}m.v^2$ olur.

Buradan da görüleceği gibi L nin yere çarpma kinetik enerjisi ile K dişli çarkının dönme kinetik enerjisi birbirine eşit olur. (II.Doğru)

Bu durumda L nin kaybettiği potansiyel enerji, K nin kazandığı dönme kinetik enerjinin iki katı olur. (I.Doğru)

Cevap E

Fi† Yayınları

## Çözüm 8

Cisimlerin eylemsizlik momenti, kütleleri ve dönme noktasına olan uzaklıklarının karesi ile orantılıdır.

Buna göre, $I \sim mr^2$ dir.

m' nin birimi kilogram, r' nin birimi metre olduğundan, eylemsizlik momentinin birimi, kilogram.metre$^2$ dir.

Cevap D

# Test - 5

## Çözüm 1

Fiziksel niceliklerden biri olan açısal momentum vektörel bir büyüklüktür. (I.Doğru)

Açısal momentum vektörü, daima bir nokta etrafında dönen cisimlerin çizgisel momentum vektörü ile dönme noktasından cisme doğru çizilen konum vektörünün belirlediği düzleme dik olur. Bundan dolayı açısal momentum vektörü ile çizgisel momentum vektörü birbirine diktir. (II.Yanlış)

Açısal momentumun büyüklüğü; P çizgisel momentum büyüklüğü, r cismin çizgisel momentumuna dik olacak şekilde dönme noktasına olan uzaklık olmak üzere, $L = P.r$ ifadesi ile hesaplanır. Buna göre, açısal momentumun büyüklüğü dönme noktasına olan uzaklık ile doğru orantılı değişir. (III.Doğru)

Cevap D

## Çözüm 2

Açısal momentum, $L = mvr$ formülü ile hesaplanabilir.

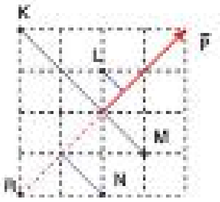
m' nin birimi kilogram, v' nin birimi metre/saniye, r' nin birimi metre olduğundan, açısal momentumun birimi,

kilogram.metre$^2$/saniye dir.

Cevap D

## Çözüm 3

Açısal momentumun büyüklüğü, çizgisel momentum vektörü ile dönme noktası arasındaki dik uzaklığın büyüklükleri çarpımı olan $L = P.r$ ile hesaplanır.




Şekildeki gibi $\vec{P}$ nin üzerinde olduğu doğrultu ile K, L, M, N, R noktaları arasındaki dik uzaklıklar çizildiğinde en büyük dik uzaklığın K noktasında olduğu görülür. Bundan dolayı K noktasına göre açısal momentumun değeri en büyük olur.

Cevap A

## Çözüm 4

Düzgün çembersel hareket konusundan hatırlanacağı üzere farklı merkezler etrafında dönen dişli çarklarla kurulmuş düzeneklerde çarkların çizgisel hızları aynı büyüklükte olurken, açısal hızlarının büyüklükleri $v = \omega.r$ ifadesine göre yarıçapları ile ters orantılı olur.

Bundan dolayı 2r yarıçaplı R dişli çarkının açısal hızının büyüklüğüne $\omega$ denirse, r yarıçaplı P dişli çarkınınki $2\omega$ olur.

Açısal momentumun büyüklüğü eylemsizlik momenti cinsinden,

$L = I.\omega$ ile hesaplanır.

Buna göre;

$L_P = 2I.2\omega = 4I.\omega$

$L_R = I.\omega$

$\frac{L_P}{L_R} = \frac{4I.\omega}{I.\omega} = 4$ olur.

Cevap E

## Çözüm 5

Çubuk üzerindeki kütlelerin hepsi $\omega$ açısal hızı ile döner.

Kütlelerin açısal momentumlarının büyüklükleri,

$L = m.r^2.\omega$ ifadesi ile hesaplanır.

$L_K = 4m\ell^2\omega$

$L_L = m\ell^2\omega$

$L_M = m(2\ell)^2\omega \Rightarrow L_M = 4m\ell^2\omega$ olur.

Buradan, $L_K = L_M > L_L$ bulunur.

Cevap C

## Çözüm 6

O noktası etrafında dönen K cisminin O noktasına göre açısal momentumunun büyüklüğü,

$L = m.r^2.\omega$ ifadesinden hesaplanır.

Buna göre,

$L = 3.1^2.2 = 6$ kg.m$^2$/s bulunur.

Sağ elin dört parmağı K cisminin dönüş yönünü gösterirken dört parmağa dik olarak açılan baş parmak +z yönünü göstermektedir.

Bu yön K cisminin açısal momentumunun yönünü verir.

Cevap A

Fr Yayınları

**Çözüm 7**

Düşey düzlemde şekildeki gibi ipin ucuna bağlı bilye düzgün çembersel hareket yaparken çizgisel momentumunun büyüklüğü,

$P = m.v \Rightarrow P = 3.20 = 60$ kgm/s bulunur.

Bilyenin O noktasına göre açısal momentumunun büyüklüğü,

$L = P.r \Rightarrow L = 60.0,5 = 30$ kg.m$^2$/s olur.

Cevap A

**Çözüm 8**

X küresi ile Y küresinin açısal momentumlarının büyüklükleri,

$L_X = I_{küre}.\omega$

$L_Y = I_{küre}.\omega$ ifadelerinden hesaplanır.

Buna göre;

$L_X = \frac{2}{5} 3m.r^2.2\omega$

$L_Y = \frac{2}{5} m.(2r)^2.\omega$ olur.

Buradan, $\frac{L_X}{L_Y} = \frac{3}{2}$ olur.

Cevap C

**Çözüm 9**

Farklı merkezler etrafında dönen X ve Y kasnaklarının açısal hızlarının büyüklükleri yarıçapları ile ters orantılı olur.

Bundan dolayı 2r yarıçaplı X kasnağı $\omega$ ile dönerse r yarıçaplı Y kasnağı $2\omega$ ile dönecektir.

Dönme kinetik enerjisi, $E_K = \frac{1}{2} I.\omega^2$ ile hesaplanır.

X ve Y kasnaklarının dönme kinetik enerjileri birbirine eşit olarak verilmiş. Buna göre;

$\frac{1}{2} I_X.\omega^2 = \frac{1}{2} I_Y.(2\omega)^2 \Rightarrow I_X = 4I_Y$ olur.

Kasnakların açısal momentumları,

$L_X = I_X.\omega$ ve $L_Y = I_Y.2\omega$ olur.

Buradan da,

$\frac{L_X}{L_Y} = \frac{I_X.\omega}{I_Y.2\omega} = \frac{4I_Y.\omega}{I_Y.2\omega} = 2$ bulunur.

Cevap C

## Test - 6

**Çözüm 1**

Durmakta olan döner kapı itirildiğinde kapıya dönme eksenine göre bir dış tork etki etmeye başlar.

Bu tork etkisi ile kapı sürekli artan bir açısal hızla dönmeye başlar.

Açısal hızın artması da açısal momentumun sürekli artacağı anlamına gelir.

Kapı üzerindeki dış tork toplamı sıfır olmadığı için bu olayda açısal momentumun korunumu yasası geçerli değildir.

Cevap D

**Çözüm 2**

Kasnağa uygulanan $\vec{F}$ kuvveti ile O noktası arasında dik uzaklık olduğu için kuvvetin kasnağa tork etkisi vardır. Bundan dolayı kasnak dönmeye başlar.

(I.Doğru)

$\vec{\tau} = \frac{\Delta \vec{L}}{\Delta t}$ ifadesine göre, kasnağın üzerindeki tork, kasnağın açısal momentumunda değişiklik oluşturur.

Kasnak başlangıçta durduğu için kasnağın açısal momentumu artmalıdır. Açısal momentum $\vec{L} = I.\vec{\omega}$ ifadesine göre açısal hızla doğru orantılıdır. Bundan dolayı kasnağın açısal momentumu artar.

(II.Doğru)

$\vec{\tau} = I.\vec{\alpha}$ ifadesine göre, kasnağın üzerindeki $\vec{\tau}$ tork, kasnağın $\vec{\alpha}$ sabit bir açısal ivmesi ile hızlanarak dönmesini sağlar.

I kasnağın eylemsizlik momentidir. Eylemsizlik momenti sabit olduğu için açısal ivme tork ile doğru orantılı değişir.

(III.Doğru)

Cevap E

## Çözüm 3

Arda' nın dönen platformlar üzerindeki duruş şekillerine göre eylemsizlik momenti Şekil - I de $I_1$, Şekil - II de $I_2$, Şekil - III de $I_3$ olsun.

Eylemsizlik momenti, dönmekte olan kütle dönme ekseninden uzaklaştıkça artar.

Arda' nın duruş şekillerine bakılırsa Şekil - I de kollarını dışa doğru açmışken Şekil - II de hem kollarını dışarıya doğru açmış hem de bir bacağını dışarı doğru açmıştır. Bundan dolayı $I_2 > I_1$ olur.

Şekil - III te ise hem kolları hem de bacakları kapalı olduğu için en küçük eylemsizlik momentine sahip olur.

Buna göre, Arda' nın eylemsizlik momentleri arasındaki ilişki,

$I_2 > I_1 > I_3$ olur.

Arda platform üzerinde bulunurken dışarıdan etkiyen bir dış tork olmadığı için Arda ve platformdan oluşan sistemin açısal momentumu korunur.

Açısal momentum, $L = I.\omega$ ifadesine göre hesaplanır.

Buna göre; $I_1.\omega_1 = I_2.\omega_2 = I_3.\omega_3$ olur.

Bu eşitliğe göre, eylemsizlik momentinin büyük olduğu durumda açısal hızın küçük olacağı çıkarımı yapılır.

Bundan dolayı Arda' nın sahip olacağı açısal hızlarının büyüklükleri arasında, $\omega_3 > \omega_1 > \omega_2$ ilişkisi vardır.

**Cevap C**

## Çözüm 4

İpe uygulanan kuvvet cismin O noktası etrafında dönmesini sağlayan merkezcil kuvvet vazifesini görmektedir.

Cisme etkiyen ipteki gerilme kuvvetinin yönü O dönme merkezine doğru olduğu için kuvvetle dönme noktası arasındaki dik uzaklık sıfırdır. Bundan dolayı ip gerilme kuvveti cismin üzerinde tork oluşturmaz. Böylece cismin açısal momentumu korunmuş olur.

İp bir miktar aşağı çekildiğinde cisim 4v büyüklüğündeki çizgisel hızla dönerken O noktasına olan uzaklığa d denilirse;

$L_{ilk} = m.v.3\ell$

$L_{son} = m.4v.d$ olur.

$L_{ilk} = L_{son}$ olacağından,

$m.v.3\ell = m.4v.d$ ifadesinden $d = \frac{3}{4}\ell$ bulunur.

İlk durumda cismin döndüğü yarıçap $3\ell$ iken son durumda $\frac{3}{4}\ell$ olması için ipin,

$3\ell - \frac{3}{4}\ell = \frac{9}{4}\ell$ çekilmesi gerekir.

**Cevap E**

## Çözüm 5

Kap ve tabladan oluşan sistemin üzerinde bir dış tork olmadığı için dönmekte olan sistemin açısal momentumu korunur. (I.Doğru)

Sistem dönerken kabın üzerindeki musluk açıldığında su akmaya başlar ve kap kütlesi azalır. Bundan dolayı dönme eksenine göre kabın eylemsizlik momenti azalır. Bu durum, sistemin de eylemsizlik momentinin azalması anlamına gelir.

Açısal momentum korunacağı için $\vec{L} = I.\vec{\omega}$ ifadesine göre $\vec{L}$ sabit kalırken I azalırsa $\vec{\omega}$ artar.

Açısal hızın büyüklüğü ise $\omega = \frac{2\pi}{T}$ ifadesine göre, T dönme periyodu ile ters orantılı değişir. Buna göre tablanın açısal hızı artar ve dönme periyodu azalır. (II.Yanlış)

Kabın merkezcil ivmesinin büyüklüğü, $a = \omega^2.r$ ifadesinden hesaplanırsa, tablanın açısal hızının büyüklüğü arttığı için merkezcil ivmenin büyüklüğü de artar. (III.Yanlış)

**Cevap A**

## Çözüm 6

Tramplenden havuza atlayan yüzücünün üzerindeki dış tork sıfır olduğu için yüzücünün kütle merkezine göre açısal momentumu korunur.

$L_{ilk} = L_{son}$ olur.

Buna göre;

$I_{ilk}.\omega_{ilk} = I_{son}.\omega_{son}$ eşitliğinden,

$5.24 = 8.\omega_{son}$

yüzücünün son durumdaki açısal hızının büyüklüğü,

$\omega_{son} = 15$ rad/s olarak bulunur.

**Cevap A**

FT Yayınları

## Çözüm 7

$\vec{F}$ kuvvetinin K noktasına olan dik uzaklığına şekildeki gibi $\ell$, çubuğun K noktasına göre eylemsizlik momentine de $I$ denilirse, kuvvetin torkunun büyüklüğü ile çubuğun dönerken sahip olacağı açısal ivmenin büyüklüğü arasındaki ilişki,

$\tau = F.\ell = I.\alpha$ ifadesi ile hesaplanır.

Bu ifadeye göre $\ell$ ve $I$ sabittir.

Buna göre, t süresince uygulanan $\vec{F}$ kuvvetinin büyüklüğü artırılırsa, $\tau = F.\ell$ ifadesinden $\tau$ artar.

Tork artınca,

$\tau = I.\alpha$ ifadesinden $\alpha$ da artar.

Cevap A

## Çözüm 8

Sabit $\vec{\omega}$ açısal hızla dönen katı kürenin açısal hızının büyüklüğü sabit olduğu için açısal hız değişimi sıfır olur. Bundan dolayı açısal ivmesi de sıfır olur.

(III.Yanlış)

Katı küre $\vec{\omega}$ sabit açısal hızla dönerken $\vec{L} = I.\vec{\omega}$ ifadesine göre açısal momentuma sahip olur.

(I.Doğru)

Katı küre $\vec{\omega}$ sabit açısal hızla dönerken, $E_K = \frac{1}{2} I.\omega^2$ ifadesine göre dönme kinetik enerjiye sahip olur.

(II.Doğru)

Cevap C

FiF Yayınları

# Test - 7

## Çözüm 1

İki kütle arasında oluşan kütle çekim kuvveti, kütleler birbirine temas etmeden yer çekimi alanı etkisi ile oluşan temas gerektirmeyen bir kuvvettir. (I.Doğru)

Kütle çekimi kuvveti, iki kütlenin çarpımı ile doğru orantılı değişir. (II.Doğru)

Kütle çekimi kuvveti, kütlelerin merkezleri arasındaki uzaklığın karesi ile ters orantılı değişir. (III.Yanlış)

Kütle çekimi kuvveti, Newton' un etki tepki yasasına uymaktadır. Çünkü kütlelere etkiyen çekim kuvveti karşılıklı olarak eşit büyüklükte ve zıt yönde oluşmaktadır. (IV.Doğru)

Cevap E

## Çözüm 2

I, II, III şekillerinde deki kütlelerin arasında oluşan kütle çekim kuvvetlerinin büyüklükleri, $F_1$, $F_2$ ve $F_3$;

$F_1 = G.\frac{m.m}{4d^2}$

$F_2 = G.\frac{m.2m}{d^2}$

$F_3 = G.\frac{2m.2m}{16d^2} = G.\frac{m.m}{4d^2}$ olarak hesaplanır.

Buna göre, $F_1 = F_3 < F_2$ olur.

Cevap A

## Çözüm 3

Dünya kütlesine M denilirse;

m kütleli cisim Dünya yüzeyindeyken cisme etkiyen kütle çekim kuvvetinin büyüklüğü, $F = G.\frac{M.m}{R^2}$ oluyor.

Cisim Dünya yüzeyinden d uzaklığa götürüldüğünde cisme etkiyen kütle çekim kuvvetinin büyüklüğü, $\frac{F}{4} = G.\frac{M.m}{(R+d)^2}$ olur.

Buradan, $F = 4G.\frac{M.m}{(R+d)^2}$ olur.

F yi veren iki ifade birbirine eşitlenirse;

$G.\frac{M.m}{R^2} = 4G.\frac{M.m}{(R+d)^2}$ eşitliğinden d uzaklığı R olarak bulunur.

Cevap D

## Çözüm 4

Dünya' nın kütlesine M denilirse;

K uydusuna etkiyen çekim kuvveti, $F_K = G.\frac{M.2m}{R^2}$

L uydusuna etkiyen çekim kuvveti, $F_L = G.\frac{M.m}{9R^2}$

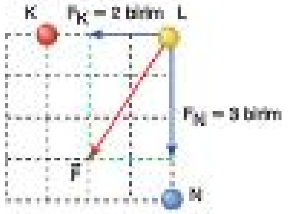
olarak hesaplanır.

Buradan da, $\frac{F_K}{F_L} = 18$ bulunur.

Cevap E

## Çözüm 5

Eşit kare bölmeli düzlemde F kuvveti şekildeki gibi dik bileşenlerine ayrılır.




K nin L ye uyguladığı kütle çekim kuvveti $F_K$, N nin ki $F_N$ olur.

Bu kuvvetlerin büyüklükleri ise eşit kare bölmelerden dolayı 2 birim ve 3 birim diye alınabilir.

Buna göre;

$F_K = 2 = G.\frac{m_K.m_L}{9}$ ve $F_N = 3 = G.\frac{m_N.m_L}{16}$ olur.

Buradan, $\frac{F_K}{F_N} = \frac{2}{3} = \frac{m_K}{m_N}.\frac{16}{9} \Rightarrow \frac{m_K}{m_N} = \frac{3}{8}$ bulunur.

Cevap A

## Çözüm 6

Bir gezegenin içinde ve çevresinde oluşan kütle çekim alanı kuvvet çizgilerinin yönü daima gezegenin merkezine doğrudur.

Bu yön hiçbir zaman merkezden dışarı doğru yönelmez.

K ve M noktalarında yönler Dünya' nın merkezinden dışarı doğru yöneldikleri için yanlış gösterilmişlerdir.

Cevap D

## Çözüm 7

Küre şeklindeki bir gezegenin oluşturduğu çekim ivmesinin büyüklüğü, gezegenin merkezi ile yüzeyi arasındaki bir nokta için uzaklık ile doğru orantılı değişirken yüzeyden dışarıdaki bir nokta için ise noktanın merkezden olan uzaklığının karesi ile ters orantılı değişir.

Gezegenin çekim ivmesinin en büyük değeri ise gezegenin yüzeyinde oluşur.

Gezegenin kütlesine m, yarıçapına R denilirse yüzeyindeki çekim ivmesinin büyüklüğü,

$g = G.\frac{m}{R^2}$ olarak hesaplanır.

Buna göre;

$g_L = G.\frac{m}{4r^2}$,

$g_K = \frac{g}{2}$ yani $g_K = G.\frac{m}{8r^2}$,

$g_M = G.\frac{m}{9r^2}$

$g_L > g_K > g_M$ bulunur.

Cevap B

Fİ Yayınları

**Çözüm 8**

Dünya' nın kütlesine M, yarıçapına R denilirse yüzeyinde oluşan çekim ivmesinin büyüklüğü,

$g = G.\frac{M}{R^2}$ olur.

Kütlesi 3M, yarıçapı da 2R olan bir gezegenin yüzeyindeki çekim ivmesinin büyüklüğüne $g_{gezegen}$ denilirse;

$g_{gezegen} = G.\frac{3M}{4R^2}$

$g_{gezegen} = \frac{3g}{4}$ bulunur.

Cevap C

**Çözüm 9**

Gezegenlerin yüzeylerindeki çekim ivmesi d özkütle, R yarıçap olmak üzere $g = \frac{4}{3}\pi.G.d.R$ ifadesi ile hesaplanabilir.

Özkütlesi d, yarıçapı 2R olan gezegenin çekim ivmesinin büyüklüğü, $g_1 = \frac{4}{3}\pi.G.d.2R \Rightarrow \frac{8}{3}\pi.G.d.R$ olur.

Cisimlerin ağırlıkları G = m.g den hesaplanır.

Bu gezegenin yüzeyinde dinamometre ile ölçülen X cisminin ağırlığı, $24\ N = m.g_1 = m.\frac{8}{3}\pi.G.d.R$

Buradan, $m.\pi.G.d.R = 9$ olur.

Özkütlesi 3d, yarıçapı R olan gezegenin yüzeyindeki çekim ivmesinin büyüklüğü,

$g_2 = \frac{4}{3}\pi.G.3d.R = 4\pi.G.d.R$ olur.

X cisminin bu gezegenin yüzeyinde dinamometre ile ölçülen ağırlığı $mg_2$ ifadesinden,

$4m.\pi.G.d.R \Rightarrow 4.9 = 36\ N$ bulunur.

Cevap D

## Test - 8

**Çözüm 1**

Dünya etrafında R yarıçaplı çembersel yörüngede dolanan uydunun sahip olduğu kinetik enerji ile Dünya' ya göre sahip olduğu kütle çekim potansiyel enerjisinin toplamına bağlanma enerjisi denir. (I.Doğru)

Uydunun kütlesinin artması kinetik enerjiyi ve potansiyel enerjiyi artıracağından dolayı bağlanma enerjisini de artırır. (II.Doğru)

Uydunun dolanma yarıçapı artırılırsa Dünya' nın uyduya uygulayacağı çekim kuvveti azalır. Bundan dolayı uydunun bu çekim kuvvetinden kurtulması daha kolay hale gelir. Uydunun kurtulması için daha az enerjiye ihtiyaç duyulur. Bundan dolayı kurtulma enerjisi azalır. (III.Doğru)

Cevap E

**Çözüm 2**

Ay, dünya etrafında çembersel bir yörünge üzerinde çembersel hareket yapmaktadır.Ay' ın bu yörünge üzerinde dönmesini sağlayan merkezcil kuvvet, Dünya' nın Ay' a uyguladığı kütle çekim kuvvetidir. (I.Doğru)

Ay' a etkiyen kütle çekim kuvveti devamlı dönme merkezine yöneldiği için Ay' ın üzerinde tork oluşturmaz. Bundan dolayı Ay' ın dolanımı sırasında açısal momentumu değişmez. (II.Doğru)

Dünya ile Ay karşılıklı olarak birbirlerine eşit büyüklükte ve zıt yönde kütle çekim kuvveti uygular. (III.Yanlış)

Cevap C

Fİ Yayınları

**Çözüm 3**

Özdeş K ve L uyduları Dünya etrafında 2R ve R yarıçaplı yörüngelerde dolanırken, L uydusuna daha büyük bir kütleçekim kuvveti etkir. Bundan dolayı L, K ye göre daha büyük bir hızla döner. (I. Yanlış)

Dünya'dan uzaklaştıkça kütle çekim potansiyel enerjisi artar. K uydusu, L den Dünya' ya daha uzakta olduğu için kütle çekim potansiyel enerjisi de daha büyüktür. (II.Doğru)

L uydusuna, Dünya' ya K den daha yakında olduğu için daha büyük kütle çekim kuvveti etkir. Bu kuvvetin etkisinden de kurtulabilmek için K ye göre daha büyük enerjiye ihtiyaç duyar. (III.Doğru)

Cevap C

### Çözüm 4

Özdeş roketleri X, Y ve Z gezegenlerinin çekim alanından çıkaracak en küçük kinetik enerjiler, roketler için kurtulma enerjisi olmaktadır.

Yarıçapları eşit olan X, Y, Z gezegenlerinin yüzeylerindeki çekim ivmelerinin büyüklükleri, kütleleri ile doğru orantılıdır.

Gezegenlerin kütleleri, m, 2m, 3m olunca yüzeylerindeki çekim ivmelerinin büyüklükleri, g, 2g, 3g olarak söylenebilir.

Buna göre, Z deki roket en büyük çekim alanı içinde olduğundan kurtulması için en büyük kinetik enerji ile, X teki roket ise en küçük çekim alanı içinde olduğundan kurtulması için en küçük kinetik enerji ile fırlatılmalıdır.

Buradan da, $E_Z > E_Y > E_X$ sonucuna ulaşılır.

Cevap B

### Çözüm 5

Gezegenlerin Güneş etrafındaki hareketlerini açıklayan ve Kepler yasaları olarak da bilinen yasalara göre;

Yörüngeler yasasına göre, gezegenler, odaklarının birinde Güneş bulunan elips şeklindeki yörüngelerde dolanır. (I.Doğru)

Alanlar yasasına göre, gezegenlerin dolanımı sırasında gezegeni Güneş' e birleştiren yarıçap vektörü eşit zaman aralıklarında eşit alanlar süpürür. (II.Doğru)

Periyotlar yasasına göre, gezegen ile Güneş arasındaki ortalama yarıçapın küpünün, gezegenin dolanma periyodunun karesine oranı sabittir.

Gezegenlerin Güneş'e olan uzaklıkları birbirinden farklı olunca ortalama yarıçapları da farklı olur.

Bundan dolayı dolanma periyotları birbirine eşit olmaz. (III.Yanlış)

Cevap A

### Çözüm 6

Kepler' in periyotlar yasasına göre, $\frac{R^3}{T^2}$ = sabit tir.

Buna göre, Dünya ve gezegen için;

$\frac{R^3}{144} = \frac{8R^3}{T^2}$ ifadesinden,

gezegenin Güneş etrafındaki dolanma periyodu,

$T = 24\sqrt{2}$ ay bulunur.

Cevap B

### Çözüm 7

Kepler' in alanlar yasasına göre, Güneş' i gezegene birleştiren yarıçap vektörü, eşit zaman aralıklarında eşit alanlar süpürür.

Bu ifadeye göre gezegenin dolanımı sırasında geçen zaman ile süpürülen alanın doğru orantılı olduğu anlaşılır.

Buna göre; $S_3 < S_1 < S_2$ ise $t_3 < t_1 < t_2$ olduğu görülür.

Cevap B

### Çözüm 8

Gezegenlerin Güneş 'in etrafındaki hareketleri sırasında Güneş' e yaklaştıkları zaman, kütle çekim kuvveti artar.

Bundan dolayı gezegenin çizgisel hızı ve açısal hızının büyüklüğü de artar.

Kütle çekim kuvveti, gezegen üzerinde dönme merkezi olan Güneş' e doğru etkidiği için tork etkisi yoktur. Bundan dolayı gezegenin açısal momentumu korunur ve hareket süresince hiç değişmez. (E şıkkı söylenemez.)

Gezegenin eylemsizlik momenti ise Güneş' e olan uzaklık azaldığı için azalır.

Cevap E

Fi Yayınları

## Ünite Tarama - 1 (Test - 9)

### Çözüm 1

Aynı ipe bağlı X ve Y cisimleri şekildeki gibi birlikte dönerken açısal hızlarının büyüklüğü $\omega$ birbirine eşit olur.

m kütleli X ve Y cisimlerinin düzgün çembersel hareket yapmalarını sağlayan merkezcil kuvvetler; Y cismi için $T_Y$ ip gerilme kuvveti olurken, X cismi için $T_X - T_Y$ farkı olur. Buna göre;

$T_Y = m.\omega^2.2r = 10\ N \Rightarrow m.\omega^2.r = 5\ N$

$T_X - T_Y = m.\omega^2.r$ olur. Buradan,

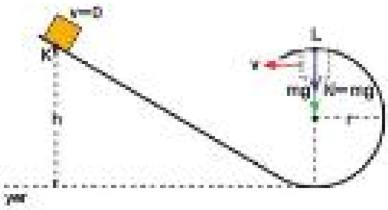
$T_X = m.\omega^2.r + T_Y$ ve $T_Y = 10\ N$ olarak verildiğinden,

$T_X = 5 + 10 = 15\ N$ bulunur.

Cevap B

### Çözüm 2

Vagon K noktasından serbest bırakıldığında L noktasından v büyüklüğündeki hızla geçerken vagona etkiyen kuvvetler şekildeki gibi olur.




Vagon L noktasından geçerken çembersel hareket yaptığı için vagonun dönmesini sağlayan merkezcil kuvvet,

$F_{mer} = \frac{mv^2}{r} = mg + N = 2mg$ olur. Buradan, $mv^2 = 2mgr$ bulunur.

Sürtünmeler önemsiz olduğu için vagonun mekanik enerjisi korunur. K ve L noktalarındaki mekanik enerjiler eşitlenirse,

$mgh = mg2r + \frac{1}{2}mv^2$ eşitliğinde, $mv^2$ yerine $2mgr$ yazılırsa,

$mgh = 2mgr + \frac{1}{2}2mgr \Rightarrow mgh = 3mgr$ olur.

Buradan da, $h = 3r$ bulunur.

Cevap C

### Çözüm 3

Özdeş K ve L makaralarından K dönerek öteleme hareketi yaparken L sadece dönme hareketi yapmaktadır.

İpin çekilme hızının büyüklüğü L nin çizgisel hızına eşit olurken bu hız K makarası için öteleme ve çizgisel hızlarının toplamına eşit olur.

K nin öteleme ve çizgisel hızlarının büyüklükleri de birbirine eşittir.

Buna göre, ipin çekilme hızına 2v denilirse, L nin çizgisel hızı 2v, K nin çizgisel hızı v olur.

Makaraların açısal hızlarına $\omega_K$ ve $\omega_L$ denilirse;

$v = \omega_K.r$ ve $2v = \omega_L.r$ den, $\omega_L = 2\omega_K$ olur.

$\omega_K = \omega$, $\omega_L = 2\omega$ denilirse,

$E_K = \frac{1}{2}I.\omega^2$ ve $E_L = \frac{1}{2}I.4\omega^2$ olur.

Buradan da, $\frac{E_K}{E_L} = \frac{1}{4}$ bulunur.

Cevap B

Fir Yayınları

### Çözüm 4

Masa üzerinde dönerek öteleme hareketi yapan X in öteleme hızı ile çizgisel hızı birbirine eşit değerde olur.

X in açısal hızının büyüklüğüne de $\omega$ denilirse,

$v_{öteleme} = v_{çizgisel} = v = \omega.r$ olur.

Y, X ile aynı merkez etrafında dönecek şekilde yapışık olduğu için açısal hızları eşit olur.

Buna göre K noktasının çizgisel hızı, $v_K = \omega.3r = 3v$ olur.

K noktasında öteleme hızı X inkine eşit ve v olacağı için K noktasının anlık yere göre hızının büyüklüğü,

$v + 3v = 4v$ bulunur.

Cevap C

## Çözüm 5

Bir uydu, Dünya' dan uzaklaştıkça Dünya' nın uyduya uygulayacağı kütle çekim kuvveti azalacağından dolayı daha yavaş dönmeye başlayacaktır.

Ayrıca dolanma yarıçapı artacağından dolayı yörüngesinin çevre uzunluğu da artar.

Uydu artan çevre uzunluğunu daha küçük bir hızla daha uzun sürede döner. Bundan dolayı periyot artar. Bu durumu uydunun kütlesi etkilemez.

Buna göre, Dünya' ya en uzakta dönen K uydusunun periyodu en büyük olurken, Dünya' ya en yakında dönen M uydusunun periyodu en küçük olur.

Buradan; $T_M < T_L < T_K$ olur.

Cevap **D**

## Çözüm 7

Açısal momentumun büyüklüğü, çizgisel momentum cinsinden,

$L = P.r$ ile hesaplanır.

Mermi takoza saplandıktan sonra takoz ve mermiden oluşan kütlenin çizgisel momentumu, momentumun korunumu ilkesine göre merminin çarpışma öncesi momentumu, $P = m.v$ ye eşit olur.

Buna göre, ortak kütlenin açısal momentumunun büyüklüğü, O noktasına göre, $L = P.\ell = m.v.\ell$ olur.

Bu durumda m mermi kütlesi, v mermi hızı, $\ell$ ip uzunluğu artırılırsa ortak kütlenin açısal momentumunun büyüklüğü artar. (II.,III.,IV. öncüller doğru)

M takoz kütlesinin artması açısal momentumun büyüklüğünü değiştirmez. (I.Yanlış)

Cevap **E**

Yayınları

## Çözüm 6

Dünya' nın kütlesinin şimdiki değerinin iki katı olması Dünya' nın Ay' a uygulayacağı kütle çekim kuvveti F nin artması anlamına gelir.

Ay'a etkiyen bu çekim kuvveti Ay' ın Dünya etrafında dönmesini sağlayan merkezcil kuvvettir.

Bu durumda Ay' ın Dünya etrafındaki çizgisel hızı da artar.

Buna göre, Ay' ın kinetik enerjisi artar.

Dünya' nın çekim kuvvetinin artması Ay' ın Dünya' ya göre kütle çekim potansiyel enerjisini de arttırır.

Ay' ın bağlanma enerjisi ise yörüngesinde sahip olduğu toplam enerjidir.

Toplam enerji arttığı için Ay' ın bağlanma enerjisi de E artar.

Cevap **A**

## Çözüm 8

Kütle çekim kuvveti, gezegenler etrafında dönen uyduların dönmesini sağlayan merkezcil kuvvettir.

Bu kuvvet daima gezegenin merkezine yani uyduların dönme merkezine doğru yöneldiği için uydu üzerinde dönme merkezine doğru bir tork oluşturmaz.

Torkun olmaması uyduların açısal momentumlarının değişmeyeceği anlamına gelir.

Bundan dolayı E şıkkındaki ifadeler söylenemez.

Cevap **E**

## Ünite Tarama - 2 (Test - 10)

### Çözüm 1

Açısal momentum vektörünün yönü sağ el kuralına göre bulunur.

Sağ elin dört parmağı dönüş yönünü gösterecek şekilde baş parmak diğer dört parmağa dik olacak şekilde açılır. Baş parmağın gösterdiği yön açısal momentumun yönüdür.

Buna göre; K, L, M konik dişli çarklarının dönüş yönlerine göre açısal momentum vektörlerinin yönü sırası ile $+x, -y, -x$ olarak bulunur.

Cevap B

### Çözüm 2

Dünya' nın bir kütleye uyguladığı kütle çekim kuvveti, kütlenin bulunduğu konumdaki ağırlığını vermektedir.

m kütleli cismin Dünya yüzeyindeki ağırlığı dinamometre ile P kadar ölçülmüş.

Buna göre, $P = G.\frac{M.m}{R^2}$ ile hesaplanır.

Cismin ağırlığı, Dünya yüzeyinden d kadar uzakta ise $\frac{P}{9}$ ölçüldüğüne göre, $\frac{P}{9} = G.\frac{M.m}{(R+d)^2}$ ile hesaplanır.

Buna göre,

$9.G.\frac{M.m}{(R+d)^2} = G.\frac{M.m}{R^2}$ olur. Buradan,

$\frac{9}{(R+d)^2} = \frac{1}{R^2}$

$\frac{3}{R+d} = \frac{1}{R}$

$3R = R + d$

$d = 2R$ bulunur.

Cevap B

### Çözüm 3

Dünya' nın Güneş' e olan en yakın uzaklığı ile en uzak mesafesi toplamının yarısı Dünya' nın Güneş' e olan ortalama yarıçapını verir. Buna göre ortalama yarıçap,

$R_{ort} = \frac{5R + R}{2} = 3R$ bulunur. (I.Doğru)

KL noktaları arasındaki mesafe elipsi ortadan ikiye bölmüştür. Bundan dolayı $S_1 = S_2$ dir. (II.Doğru)

Dünya, Güneş' in etrafında dolanırken daima açısal momentumu korunur. Bundan dolayı K ve L noktalarındaki açısal momentumları eşittir. (III.Yanlış)

Cevap D

### Çözüm 4

K ve L uydularının gösterilen R ve 4R yarıçaplı çembersel yörüngelerde dolanabilmelerini sağlayan merkezcil kuvvet, gezegenin uydulara uyguladığı kütle çekim kuvvetidir.

Gezegenin kütlesine M denilirse;

K uydusu için, $G.\frac{M.m}{R^2} = \frac{m.v_K^2}{R}$

L uydusu için, $G.\frac{M.2m}{16R^2} = \frac{2m.v_L^2}{4R}$ ifadeleri oranlanırsa,

$\frac{v_K}{v_L} = 2$ bulunur.

Cevap C

Yayınları

## Çözüm 5

X ve Y küresel cisimlerinin arasına şekildeki gibi konulmuş Z küresel cisminin hareketsiz kalması, Z ye etkiyen toplam kütle çekim kuvvetinin sıfır olması demektir.

Bu durumda X ve Y nin Z ye uyguladığı kütle çekim kuvvetleri eşit değerde ve zıt yönlü olacaktır.

Bu durumda;

$G.\frac{M_X.M_Z}{d^2} = G.\frac{M_Y.M_Z}{4d^2}$ eşitliğinden,

$\frac{M_X}{M_Y} = \frac{1}{4}$ olur.

Cevap E

## Çözüm 6

Verilen düzenekte küresel cismin mekanik enerjisi korunur.

Kürenin K deki yere göre kütle çekim potansiyel enerjisi L noktasındaki toplam kinetik enerjisine eşit olur.

Küresel cismin L noktasındaki öteleme ve dönme kinetik enerjileri birbirine eşit olduğu için,

$E_P = E_{öteleme} + E_{dönme} = 2E_{dönme} = 2\frac{1}{2}I.\omega^2 = I.\omega^2$ olur.

Buna göre;

$mgh = I.\omega^2 \Rightarrow 2.10.7 = 7.\omega^2 \Rightarrow \omega^2 = 20$

$\omega = 2\sqrt{5}$ rad/s bulunur.

Cevap D

## Çözüm 7

K noktası, gezegenin içinde yarıçapın ortasında olduğu için yüzeydeki çekim alanı ivmesinin yarısı kadar bir ivmeye sahip olur.

Buna göre; yüzeydeki çekim ivmesine, $G.\frac{M}{4R^2}$ denilirse,

K noktasındaki, $g_K = G.\frac{M}{8R^2}$ olur.

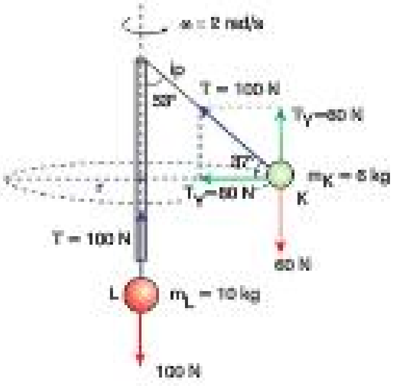
L noktasındaki çekim ivmesi ise, $g_L = G.\frac{M}{16R^2}$ bulunur.

Buna göre, $\frac{g_K}{g_L} = 2$ olur.

Cevap D

## Çözüm 8

Şekildeki gibi L dengede olduğu için L yi tutan ip gerilme kuvvetinin değeri L nin ağırlığına eşittir.




Buna göre; $m_L.g = T = 10.10 = 100$ N olur.

K cismine de aynı ip gerilmesi şekildeki gibi etkir. K cismine etkiyen ip gerilme kuvveti dik bileşenlerine ayrılırsa, yatay $T_X$ bileşeni merkezcil kuvvet olur. Buna göre,

$T_X = T.\cos37°$ ve $T_X = m.\omega^2.r$

$\cos37 = 0,8 \Rightarrow 100.0,8 = 6.2^2.r$ ifadesinden,

$r = \frac{10}{3}$ m bulunur.

Cevap B

# ÜNİTE 4

# BASİT HARMONİK HAREKET

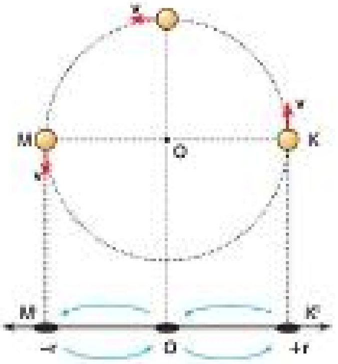
PRF YAYINLARI

Hedefine Paraf At

## BASİT HARMONİK HAREKET

Bir denge konumundan eşit uzaklıktaki sabit iki nokta arasında eşit zaman aralıklarında periyodik olarak tekrarlanan harekete **basit harmonik hareket** denir.

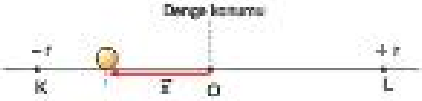
- Sarkaçlı saatin sarkacı, müzikte sabit bir ritim tutturmak amacıyla kullanılan metronomun ibresi ve salıncakta sallanan çocuk basit harmonik hareket yapan cisimlere örnek olarak verilebilir.
- Basit harmonik harekette denge konumundan ayrılan cismi, denge konumuna geri getirmeye çalışan bir geri çağırıcı kuvvet vardır. Örneğin yayın ucuna bağlı kütleyi titreşim hareketine zorlayan, yaydaki geri çağırıcı kuvvettir.
- Düşey düzlemde düzgün çembersel hareket yapan bir cismin, yatay ve düşey eksendeki izdüşümünün yapmış olduğu hareket, basit harmonik harekettir.
  - Düzgün çembersel hareket, periyodik bir hareket olduğu için, cismin çap üzerindeki izdüşümü periyodik olarak şekildeki K' ve M' noktaları arasında gidip gelerek basit harmonik hareket yapar.




## BASİT HARMONİK HAREKETLE İLGİLİ KAVRAMLAR

### Uzanım ve Genlik

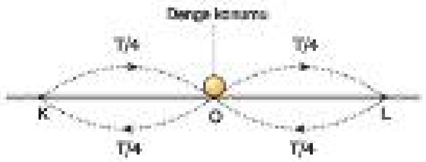
Basit harmonik hareket yapan cismin, herhangi bir anda denge konumundan cisme doğru çizilen yönlü uzaklığına **uzanım** denir. Uzanım, vektörel bir büyüklüktür. $\vec{x}$ sembolü ile gösterilir. Birimi m dir.




- KL noktaları arasında basit harmonik hareket yapan cisim şekildeki konumdayken uzanımı $\vec{x}$ dir.
- Cisim denge konumundayken uzanım sıfır olur. Cisim denge konumundan uzaklaştıkça uzanım artar.
- Uzanımın alacağı en büyük değere **genlik** denir. KL noktaları arasında basit harmonik hareket yapan şekildeki cisim +r ile −r arasında gidip geldiği için genliği r dir.

### Periyot ve Frekans

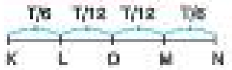
- Basit harmonik hareket yapan cismin bir tam salınım yapması için geçen zamana **periyot** denir. T ile gösterilir. Birimi saniye (s) dir.
  - Şekildeki KL noktaları arasında T periyotlu basit harmonik hareket yapan cisim KO ve OL aralıklarını $\frac{T}{4}$ sürede alır.




- Basit harmonik hareket yapan cismin 1 saniyedeki salınım sayısına **frekans** denir. Birimi $s^{-1}$ ya da hertz dir.
- Periyot ile frekans arasında T.f = 1 ilişkisi vardır.

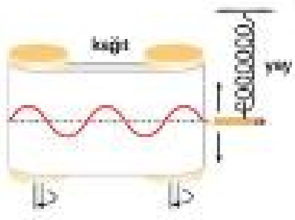
**Bilgi**

KN noktaları arasında, T periyotlu basit harmonik hareket yapan cismin, eşit aralıklı KL = LO = OM = MN noktaları arasını alma süresi T cinsinden şekildeki gibi olur.



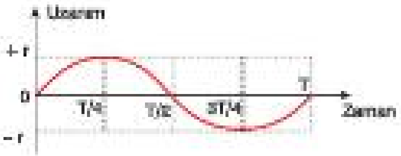

## BASİT HARMONİK HAREKETTE KONUMUN ZAMANA GÖRE DEĞİŞİMİ

Bir yay sarkacının ucuna bağlı olarak düşey düzlemde titreşen kalem, sabit hızla ilerleyen kağıt üzerinde iz bıraktığında, kağıt üzerindeki iz şekildeki gibi sinüs eğrisi biçiminde olur.




Prf Yayınları

- Buna göre, denge noktasından harekete başlayarak basit harmonik hareket yapan cismin konum-zaman (uzanım - zaman) grafiği şekildeki gibi olur.



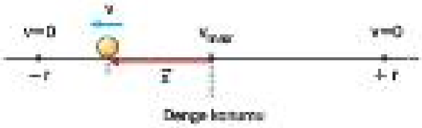

**Not**

Basit harmonik hareket yapan bir cismin uzanımının zamana göre değişim denklemi, $x = r.\sin(\omega t)$ dır.

## BASİT HARMONİK HAREKETTE HIZ, KUVVET VE İVMENİN KONUMA GÖRE DEĞİŞİMİ

### Hız

Basit harmonik hareket yapan şekildeki gibi bir cismin hızı genlik noktalarında (uç noktalarda) sıfır olurken, denge konumunda maksimum değerini alır.




- Hızın maksimum değeri düzgün çembersel harekettekine eşittir.

$$v_{max} = \omega.r$$

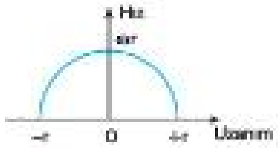
- Cismin şekildeki gibi denge noktasından x kadar uzaklıktaki bir noktadaki hızı aşağıdaki formülle bulunur.

$$v = \omega\sqrt{r^2 - x^2}$$

**Not**

Basit harmonik hareket yapan bir cismin hızının zamana göre değişim denklemi, $v = \omega r.\cos(\omega t)$ dır.

- Hızın uzanıma bağlı değişim grafiği şekildeki gibidir.




### Kuvvet ve İvme

Basit harmonik hareket yapan şekildeki gibi bir cisme hareketin uç noktalarında etkiyen kuvvet en büyüktür. Denge konumunda ise bu kuvvet sıfırdır.

› Kuvvetin maksimum değeri düzgün çembersel hareketlekine eşittir.

$$F_{max} = m\omega^2.r$$

› Cisme şekildeki gibi denge noktasından x kadar uzaklıktaki bir noktada etki eden kuvvetin büyüklüğü aşağıdaki formülle bulunur.

$$F = m\omega^2.x$$

**Not**

Basit harmonik hareket yapan bir cisme etki eden kuvvetin zamana göre değişim denklemi, $F = m\omega^2 r.\sin(\omega t)$ dır.

- Cisme en büyük kuvvet hareketin uç noktalarında etkidiği için, en büyük ivme hareketin uç noktalarındadır. Denge konumunda kuvvet olmadığı için ivme de olmaz. Herhangi bir andaki kuvvetin ve ivmenin yönü daima denge konumuna doğrudur.

› İvmenin en büyük değeri, düzgün çembersel harekettekine eşittir.

$$a_{max} = \omega^2.r$$

› Denge konumundan x kadar uzaklıktaki bir noktadaki ivmenin büyüklüğü aşağıdaki formülle bulunur.

$$a = \omega^2.x$$

**Not**

Basit harmonik hareket yapan bir cismin ivmesinin zamana göre değişim denklemi, $a = \omega^2 r.\sin(\omega t)$ dır.

**Bilgi**

Bir cisme etkiyen net kuvvet ile cismin ivmesi arasındaki ilişki; dinamiğin temel prensibine göre, $F_{net} = m.a$ dır. Basit harmonik harekette de kuvvetle ivme arasında $F_{net} = m.a$ ilişkisi geçerlidir.

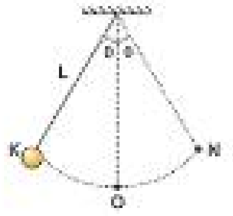
Örneğin, maksimum ivme, $a_{max} = \omega^2 r$ formülü ile hesaplanırken, maksimum kuvvet $F_{max} = m\omega^2 r$ formülü ile hesaplanır. Buna göre, $F_{max} = m.a_{max}$ olduğuna dikkat ediniz.

Fil Yayınları

## BASİT SARKAÇ VE YAY SARKACININ PERİYODU

### Basit Sarkaç

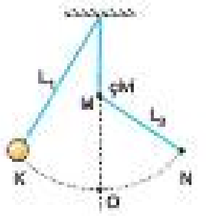
Bir ipin ucuna asılan m kütleli cisimden oluşan düzeneğe **basit sarkaç** denir. Cisim denge konumundan $\alpha$ açısı kadar uzaklaştırılıp serbest bırakılırsa, $\alpha$ açısının küçük değerleri için ($\alpha < 10°$) cisim şekildeki gibi basit harmonik hareket yapar.




- L uzunluğunda bir ipin ucuna bağlanmış m kütleli cisme basit harmonik hareket yaptırıldığında sarkacın periyodu ipin boyuna ve bulunduğu yerin yer çekimi ivmesine bağlıdır. Sarkacın ucundaki cismin kütlesine bağlı değildir.

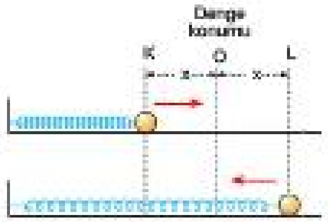
$$T = 2\pi.\sqrt{\frac{L}{g}}$$

- Bir gidişin 1 s, dönüşün de 1 s olduğu sarkaca **saniyeleri vuran sarkaç** denir.
- Küçük açı değerleri için periyot genliğe bağlı değildir.
- Basit sarkaç bir asansörün içine konularak,
  - asansör a ivmesi ile yukarı hızlandırıldığında ya da aşağı yavaşlatıldığında yer çekimi ivmesi a kadar artmış gibi olacağından, sarkacın periyodu azalır.
  - asansör a ivmesi ile yukarı yavaşlatıldığında ya da aşağı hızlandırıldığında yer çekimi ivmesi a kadar azalmış gibi olacağından, sarkacın periyodu artar.
- $L_1$ uzunluğundaki ipe asılı cisim şekildeki gibi K noktasından serbest bırakıldığında, ip M noktasında çiviye takılarak, cisim uzunluğu $L_2$ olan ipin ucunda basit harmonik hareket yapıyorsa, buna bileşik sarkaç sistemi denir. Cismin yaptığı basit harmonik hareketin periyodu; ip uzunluğu $L_1$ iken periyot $T_1$, ip uzunluğu $L_2$ iken periyot $T_2$ ise, $T = T_1/2 + T_2/2$ şeklinde hesaplanır.




### Yay Sarkacı

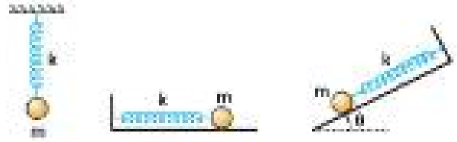
Yay sabiti k olan yaya bağlı m kütleli cisim denge konumundayken, x kadar sıkıştırılıp serbest bırakıldığında yay kuvvetinin etkisiyle harekete geçer ve K, L noktaları arasında şekildeki gibi basit harmonik hareket yapar.



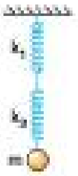

- Yay sabiti k olan yayın ucuna bağlanmış m kütleli cisme basit harmonik hareket yaptırıldığında sarkacın periyodu, ortamın yer çekimi ivmesine bağlı değildir.

$$T = 2\pi.\sqrt{\frac{m}{k}}$$

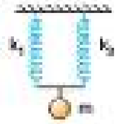
- Sarkacın periyodu basit harmonik hareket yapan cismin genliğine bağlı değildir.
- Bir yay sarkacı asansörün içine konularak asansör ivmelendirilirse, yay sarkacının periyodu değişmez.
- Bir yay sarkacının periyodu, cismin basit harmonik hareket yaptığı yüzeyin eğimine bağlı değildir. Şekildeki düzeneklerde periyotlar birbirine eşit ve $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ dir.




- Yaylar şekildeki gibi, uç uca bağlanarak basit harmonik hareket yaptırılabilir. Buna seri bağlama denir. Seri bağlı yayların eş değer yay sabiti, $\frac{1}{k_{eş}} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2}$ formülü ile bulunur.

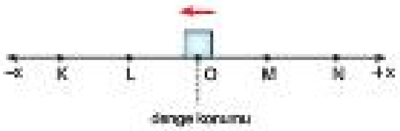



- Yaylar şekildeki gibi, yan yana bağlanarak basit harmonik hareket yaptırılabilir. Buna paralel bağlama denir. Paralel bağlı yayların eş değer yay sabiti, $k_{eş} = k_1 + k_2$ formülü ile bulunur.



## Örnek - 1

Şekildeki gibi KN noktaları arasında basit harmonik hareket yapan bir cismin periyodu 24 s dir.

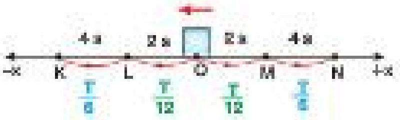



**Buna göre, cisim O noktasından geçtikten 22 s sonra nerede olur?**

A) O B) M C) N D) OM arası E) MN arası

## Çözüm

Basit harmonik hareket yapan cismin eşit aralıkları alma süresi şekildeki gibi olur.




Buna göre, cisim O noktasından ok yönünde geçtikten 22 s sonra M noktasından geçer.

Cevap B

## Örnek - 2

Sürtünmesiz yatay yüzeyde bulunan 5 kg kütleli bir kasaya, yay sabiti $k = 60$ N/m olan üç özdeş yayın bağlanması ile oluşturulmuş sarkaç şekildeki gibidir.

**Buna göre, sarkaç titreştirildiğinde sarkacın periyodu kaç s olur? ($\pi = 3$ alınız)**

A) 1 B) 2 C) 3 D) $\frac{3}{\sqrt{5}}$ E) $\sqrt{3}$

## Çözüm

Özdeş yayların üçü de kasaya paralel olarak bağlanmıştır. Bu nedenle yayların eşdeğer yay sabiti, $k_{eş} = k_1 + k_2 + k_3 = 180$ N/m olur.

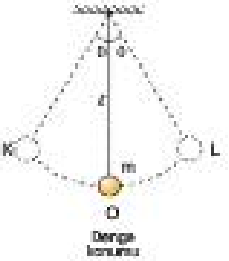
Buna göre, sarkacın periyodu,

$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ formülünden, $T = 2.3.\sqrt{\frac{5}{180}} \Rightarrow T = 1$ s bulunur.

Cevap A

## Örnek - 3

Yer çekimi ivmesinin g olduğu bir yerde, uzunluğu $\ell$ olan bir ipin ucuna bağlanan m kütleli bilye ile oluşturulan şekildeki basit sarkaç, denge konumundan $\theta$ kadar uzaklaştırılıp serbest bırakıldığında KL noktaları arasında basit harmonik hareket yapıyor.




**Buna göre; g, $\ell$, m, $\theta$ dan hangisinin artması sarkacın periyodunu artırır? ($\theta < 10°$)**

A) $\ell$ B) g C) m D) $\theta$ E) m ve $\theta$

## Çözüm

Basit sarkacın periyodu, $T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$ ifadesi ile hesaplanır.

Buna göre, periyodun artması için sadece ip uzunluğu $\ell$ nin artması gerekir.

g nin artması periyodu azaltırken, m ve $\theta$ nın değişmesi periyodu değiştirmez.

Cevap A

## Örnek - 4

Basit harmonik hareket yapan bir cismin uzanım denklemi,

$x = 8.\sin\left(\frac{\pi}{6}.t\right)$ cm dir.

**Buna göre, cisim denge konumunu geçtikten 2 s sonra, denge konumuna olan uzaklığı kaç cm dir?**

A) 2 B) 4 C) $2\sqrt{3}$ D) $3\sqrt{3}$ E) $4\sqrt{3}$

## Çözüm

Verilen uzanım denkleminde t yerine 2 s yazılırsa,

$x = 8.\sin\left(\frac{\pi}{6}.2\right) \Rightarrow x = 8.\sin\left(\frac{\pi}{3}\right)$ bulunur. ($\sin\frac{\pi}{3} = \frac{\sqrt{3}}{2}$ dir.)

Buna göre,

$x = 8.\frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow x = 4\sqrt{3}$ cm olur.

Cevap E

## BASİT HARMONİK HAREKET

## Test - 1

**1.** **Basit harmonik hareket ile ilgili,**

I. Düzgün çembersel hareketin çap üzerindeki iz düşüm hareketidir.

II. Periyodik bir harekettir.

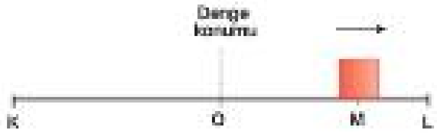
III. Sabit hızla gerçekleştirilen bir harekettir.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

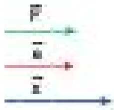
A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II

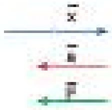
D) I ve III E) I, II ve III

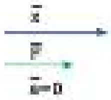
**2.** KL noktaları arasında basit harmonik hareket yapan bir cisim şekildeki gibi M noktasından ok yönünde geçiyor.

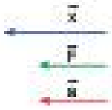


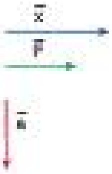

**Buna göre, M noktasında cismin; geri çağırıcı kuvvet ($\vec{F}$), uzanım ($\vec{x}$) ve ivme ($\vec{a}$) vektörü aşağıdakilerden hangisidir?**

A) 

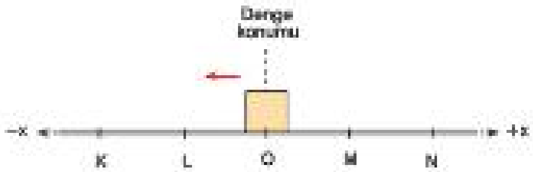

B) 


C) 


D) 


E) 

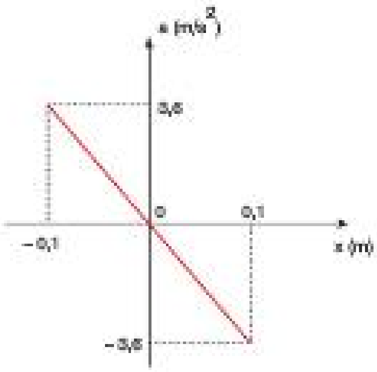

**3.** Şekildeki KN noktaları arasında T periyotla basit harmonik hareket yapan bir cisim, O noktasından −x yönünde harekete başladıktan 7 saniye sonra ilk kez M noktasından geçiyor.




**KL = LO = OM = MN olduğuna göre, T kaç s dir?**

A) 6 B) 12 C) 18 D) 24 E) 30

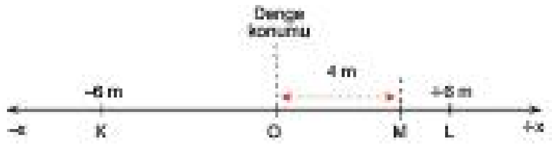
**4.** *İvme-uzanım grafiği* şekildeki gibi verilen bir cisim basit harmonik hareket yapmaktadır.




**Buna göre, hareketin frekansı kaç $s^{-1}$ dir?**
($\pi$ = 3 alınız.)

A) 1 B) 3 C) 6 D) 9 E) 12

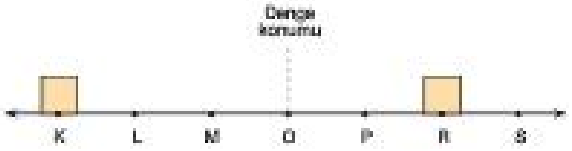
5. Şekildeki KL noktaları arasında basit harmonik hareket yapan bir cisim O noktasından 12 m/s hızla geçiyor.




**Buna göre, cismin M noktasındaki ivmesinin yönü ve büyüklüğü nedir?**

| | Yönü | Büyüklüğü (m/s²) |
|---|---|---|
| A) | –x | 16 |
| B) | +x | 8 |
| C) | +x | 16 |
| D) | –x | 4 |
| E) | –x | 8 |

7. KS noktaları arasında basit harmonik hareket yapan şekildeki cismin O noktasından geçme hızının büyüklüğü $v_O$, R noktasından geçme hızının büyüklüğü $v_R$ dir.




**Buna göre, $\frac{v_O}{v_R}$ oranı kaçtır?**
(Noktalar arası uzaklıklar eşittir.)

A) $\frac{3\sqrt{5}}{5}$ B) $\frac{\sqrt{5}}{5}$ C) $\frac{\sqrt{5}}{3}$ D) $\frac{3}{5}$ E) $\frac{3}{4}$

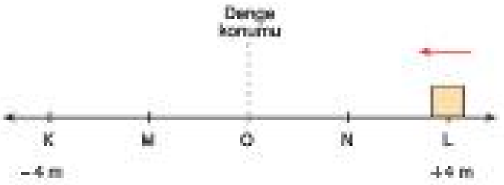
Fırf Yayınları

6. KL noktaları arasında şekildeki gibi basit harmonik hareket yapan cismin periyodu 18 s dir.

**Buna göre, bu cisim O noktasından ok yönünde geçerken hızının büyüklüğü kaç m/s dir?**
($\pi$ = 3 alınız, KO = OL)

A) 2 B) 3 C) 6 D) 9 E) 12

8. KL noktaları arasında basit harmonik hareket yapan şekildeki 3 kg kütleli cisim NM arasını 2 s de alıyor.

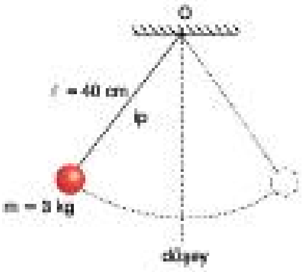



**Buna göre, cisme L noktasında etkiyen geri çağırıcı kuvvetin büyüklüğü kaç N dur?**
(Noktalar arası uzaklıklar eşittir, $\pi$ = 3 alınız.)

A) 1 B) 2 C) 3 D) 6 E) 9

Test - 1 1-C 2-B 3-B 4-A 5-A 6-A 7-A 8-C

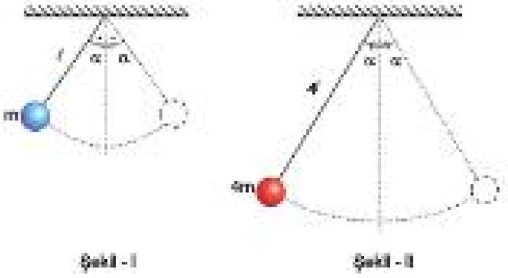
1. Uzunluğu $\ell$ = 40 cm olan ipin ucuna bağlanmış 3 kg kütleli bir cisim şekildeki konumdan serbest bırakılınca T periyotlu basit harmonik hareket yapmaya başlıyor.




**Buna göre, basit sarkacın periyodu T kaç s dir?**
($g = 10\ m/s^2$; $\pi = 3$ alınız)

A) $\frac{3}{5}$ B) $\frac{5}{6}$ C) $\frac{6}{5}$ D) $\frac{12}{5}$ E) $\frac{24}{5}$

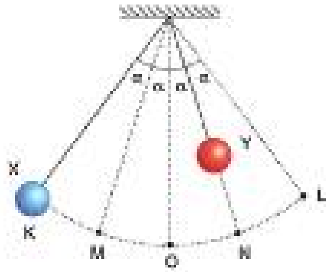
2. Yer çekimi ivmesinin g olduğu ortamda basit harmonik hareket yapan Şekil - I deki basit sarkacın periyodu $T_1$, Şekil - II deki basit sarkacınki ise $T_2$ olmaktadır.




**Buna göre, $\frac{T_1}{T_2}$ oranı kaçtır?** ($\alpha < 10°$)

A) $\frac{1}{4}$ B) $\frac{1}{2}$ C) 1 D) 2 E) 4

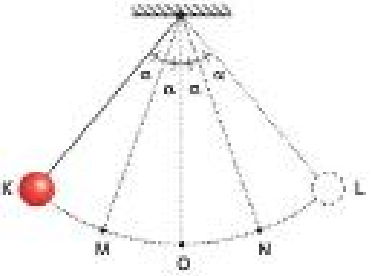
3. Düşey kesiti verilen şekildeki basit sarkaç düzeneğinde, X ve Y cisimleri K ve N hizalarından serbest bırakıldıktan 2 s sonra M hizasında karşılaşıyorlar.




**X in periyodu $T_X$, Y ninki $T_Y$ olduğuna göre; $\frac{T_X}{T_Y}$ oranı kaçtır?**

A) 4 B) 3 C) 2 D) 1 E) $\frac{1}{2}$

4. Şekildeki basit sarkaçta K noktasından serbest bırakılan cisim M den N ye 2 s de geliyor.

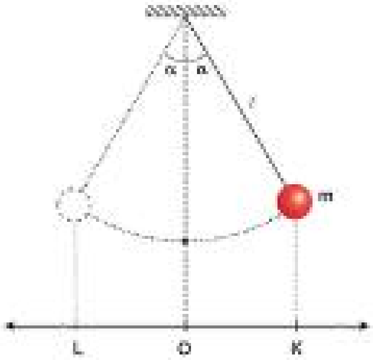



**Buna göre, cisim M noktasından serbest bırakılsaydı N noktasına kaç s de gelirdi?** ($2\alpha < 10°$)

A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 6

Fi'f Yayınları

**5.** Şekildeki basit sarkaçta m kütleli cisim, KL noktaları arasında basit harmonik hareket yapmaktadır.




**Buna göre; cisim K den O ya doğru giderken;**

I. Cismin hızı artar.

II. Cisme etkiyen geri çağırıcı kuvvet azalır.

III. İpteki gerilme kuvveti artar.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

(|KO| = |OL|)

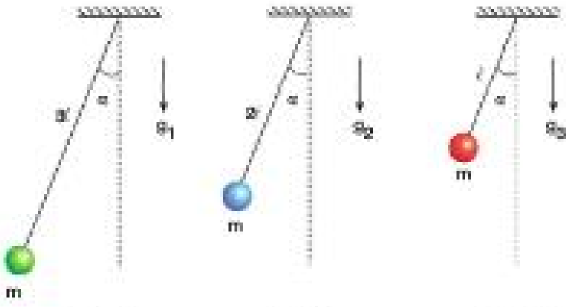
A) Yalnız I  B) Yalnız III  C) I ve III  D) I ve II  E) I, II ve III

**6.** Dünya üzerinde basit harmonik hareket yapmakta olan ℓ uzunluklu bir basit sarkaç saniyeleri vurmaktadır.

**Buna göre, sarkacın boyu 2ℓ ye çıkarıldığında periyodu kaç s olur?**

A) $\sqrt{2}$  B) 2  C) $2\sqrt{2}$  D) 4  E) $4\sqrt{2}$

**7.** Sürtünmelerin önemsiz olduğu ortamlarda, boyu 3ℓ, 2ℓ ve ℓ olan iplerin ucuna asılı m kütleli cisimlerle oluşturulan basit sarkaçlara, Şekil - I de $g_1$, Şekil - II de $g_2$, Şekil - III te $g_3$ büyüklüğündeki yer çekimi ivmelerinin olduğu yerlerde basit harmonik hareket yaptırıldığında sarkaçların periyotları birbirine eşit oluyor.



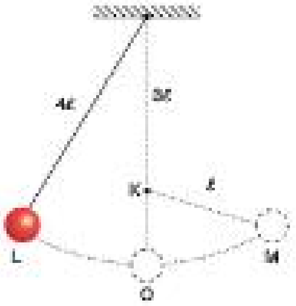

Şekil - I  Şekil - II  Şekil - III

**Buna göre; $g_1$, $g_2$, $g_3$ arasındaki ilişki nedir?**

A) $g_1 = g_2 = g_3$  B) $g_1 > g_2 > g_3$  C) $g_1 > g_2 = g_3$  D) $g_1 = g_2 > g_3$  E) $g_1 = g_3 > g_2$

Fi! Yayınları

**8.** Şekildeki L noktasından serbest bırakılan ve uzunluğu 4ℓ olan ipin ucuna asılı cisim; K noktasında çiviye takılarak, LO ve OM arasında basit harmonik hareket yapıyor.




**Cisim OM arasını 2 s de aldığına göre, sarkacın periyodu kaç saniyedir?**

A) 24  B) 16  C) 12  D) 8  E) 6

Test - 2  1-C  2-B  3-B  4-E  5-E  6-C  7-B  8-C

**1.** Şekildeki yay sarkacında, yay sabiti k = 80 N/m olan esnek yayın ucuna takılmış m = 5 kg kütleli cisim düşey düzlemde basit harmonik hareket yapmaktadır.

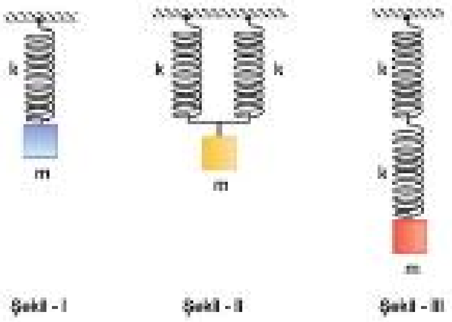
m = 5 kg

**Buna göre; cismin frekansı f kaç $s^{-1}$ dir?**

(Sürtünme önemsizdir, $\pi$ = 3 alınız)

A) $\frac{1}{6}$  B) $\frac{1}{3}$  C) $\frac{2}{3}$  D) $\frac{3}{2}$  E) 3

**2.** Yay sabitleri k olan özdeş yaylar ve m kütleli cisimler ile kurulmuş Şekil - I, Şekil - II ve Şekil - III teki yay sarkaçlarının periyotları $T_1$, $T_2$ ve $T_3$ tür.




**Buna göre; $T_1$, $T_2$ ve $T_3$ arasındaki ilişki nedir?**

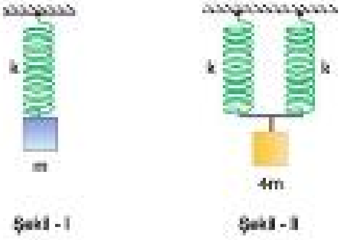
A) $T_1 = T_2 = T_3$  B) $T_1 > T_2 = T_3$

C) $T_2 > T_1 = T_3$  D) $T_2 > T_1 > T_3$

E) $T_3 > T_1 > T_2$

Frf Yayınları

**3.** Şekil - I de yay sabiti k olan esnek yaya takılmış m kütleli cisimle oluşturulmuş yay sarkacının periyodu T dir.




**Buna göre, Şekil-II deki gibi k yay sabitli yaylar ve 4m kütleli cisimden oluşan sarkacın periyodu kaç T dir?**

(Sürtünmeler önemsizdir.)

A) $\frac{1}{2}$  B) $\frac{\sqrt{2}}{2}$  C) $\sqrt{2}$  D) 2  E) $2\sqrt{2}$

**4.** Sürtünmesiz yatay düzlemde şekildeki gibi KL noktaları arasında basit harmonik hareket yapan yay sarkacına bağlı cismin kütlesi m, yay sabiti ise k dir.

**Buna göre,**

I. x, genliğini artırmak

II. m, kütlesini artırmak

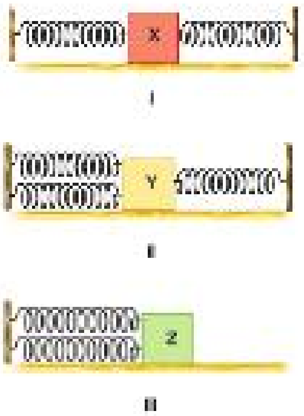
III. k, yay sabitini azaltmak

**yukarıdakilerden hangisinin yapılması periyodu <u>değiştirmez</u>?**

A) Yalnız I  B) Yalnız II  C) Yalnız III

D) II ve III  E) I ve III

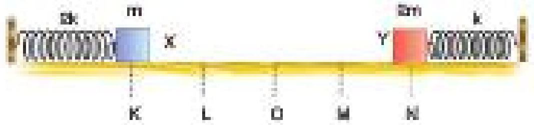
5. Özdeş yaylar ve özdeş X, Y, Z cisimleri ile kurulmuş şekildeki I, II, III sarkaç düzenekleri titreştirildiğinde cisimlerin periyotları $T_X$, $T_Y$, $T_Z$ oluyor.




**Buna göre; $T_X$, $T_Y$, $T_Z$ arasındaki ilişki nedir?**
(Sürtünme önemsizdir.)

A) $T_X = T_Y = T_Z$
B) $T_Z < T_X = T_Y$
C) $T_Y < T_X = T_Z$
D) $T_X = T_Z < T_Y$
E) $T_Y < T_X < T_Y$

7. Sürtünmelerin önemsiz olduğu şekildeki düzenekte kütleleri sırasıyla m, 2m olan X, Y cisimleri yay sabitleri k, 2k olan yayların uçlarına bağlanıp K ve N noktaları arasında basit harmonik hareket yapıyorlar.




**X ve Y cisimleri ilk kez K ve N noktalarından serbest bırakıldıklarına göre;**

I. X ve Y cisimleri ilk kez M noktasında yanyana gelirler.

II. X ve Y cisimleri ikinci kez K noktasında yanyana gelirler.

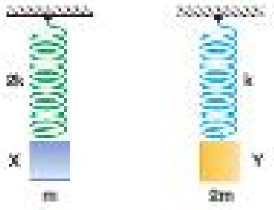
III. Y cisminin O noktasından ilk geçişinde X cismi O noktasından ikinci kez geçer.

**yargılarından hangileri doğrudur?**
(KL = LO = OM = MN)

A) Yalnız I
B) Yalnız II
C) I ve II
D) I ve III
E) I, II ve III

Fi Yayınları

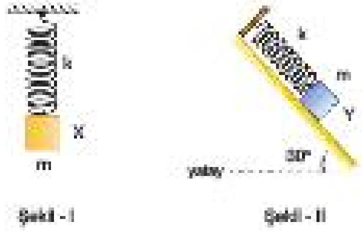
6. Yay sabitleri 2k, k olan şekildeki esnek yaylara takılmış m, 2m kütleli X ve Y bloklarına $T_X$, $T_Y$ periyotlu basit harmonik hareket yaptırılıyor.




**Buna göre, cisimlerin periyotlarının oranı, $\frac{T_X}{T_Y}$ kaçtır?**
(Sürtünmeler önemsizdir.)

A) $\frac{1}{4}$
B) $\frac{1}{2}$
C) 1
D) 2
E) 4

8. Şekildeki özdeş yayların ucuna eşit kütleli X ve Y cisimleri asılarak Şekil - I de düşey düzlemde, Şekil - II de ise sürtünmesiz eğik düzlem üzerinde basit harmonik hareket yaptırılıyor.

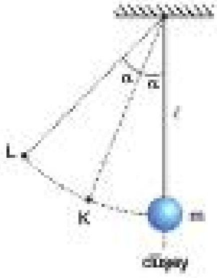



**Buna göre, cisimlerin periyotları oranı, $\frac{T_1}{T_2}$ kaçtır?**
($\sin30° = 0,5$)

A) 2
B) $\sqrt{2}$
C) 1
D) $\frac{1}{2}$
E) $\frac{\sqrt{2}}{2}$

Test - 3 1-C 2-E 3-C 4-A 5-C 6-B 7-C 8-C

**1.** Şekildeki basit sarkaçta, ℓ uzunluğundaki ipin ucuna bağlanmış m kütleli bilye K noktasından serbest bırakıldığında düşey konumdan geçerken hızının büyüklüğü v, düşey konuma gelme süresi t oluyor.




**Buna göre, bilye L noktasından serbest bırakılsaydı v ve t için ne söylenebilirdi?**
($\alpha < 10°$)

| | v | t |
|---|---|---|
| A) | Artar | Artar |
| B) | Artar | Değişmez |
| C) | Değişmez | Değişmez |
| D) | Değişmez | Artar |
| E) | Azalır | Değişmez |

**2.** **Basit harmonik hareket yapan bir cismin,**

I. Herhangi bir anda denge konumuna olan uzaklığına uzanım denir.

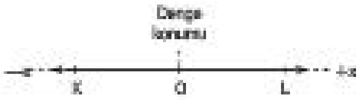
II. Bir tam salınım yapması için geçen zaman frekansıtır.

III. Hızı denge konumundan geçerken en büyük değerine ulaşır.

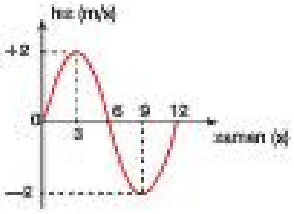
**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I B) I ve II C) II ve III D) I ve III E) I, II ve III

**3.** Şekil - I de KL noktaları arasında basit harmonik hareket yapan cismin *hız -zaman grafiği* Şekil - II deki gibidir.




Şekil - I




Şekil - II

**Cisim K noktasından harekete başladığına göre,**

I. Cisim t = 3 s anında O noktasından geçmektedir.

II. Cisim t = 6 s anında L de, t = 12 s anında K noktasındadır.

III. Cisim, 4 m genlikli basit harmonik hareket yapmaktadır.

**yargılarından hangileri doğrudur?**
($\pi$ = 3 alınız)

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

**4.** Basit harmonik hareket yapan bir cismin uzanım denklemi,

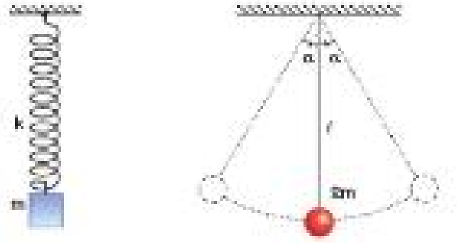
$x = 4.\sin(\frac{\pi}{12} t)$ cm dir.

**Buna göre, cismin denge konumunu geçtikten sonraki 2. s de uzanımı kaç cm dir?**
($\sin 30° = \frac{1}{2}$)

A) 0 B) 1 C) 2 D) 3 E) 4

Fi Yayınları

**5.** Aynı ortamda bulunan X yay sarkacı ile Y basit sarkacı titreştirildiğinde periyotları birbirine eşit oluyor.

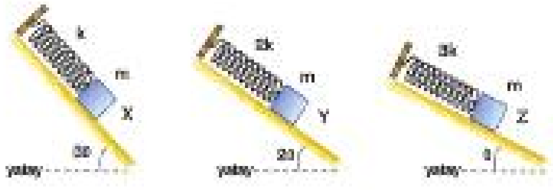



X sarkacı — Y sarkacı

**X sarkacındaki yayın yay sabiti k, cismin kütlesi m, Y sarkacındaki ipin uzunluğu ℓ olduğuna göre, k yay sabitini veren ifade hangisidir?**
(g, yer çekimi ivmesi; $\alpha < 10°$)

A) $\frac{m.g}{\ell}$ B) $\frac{\ell}{m.g}$ C) $m.g.\ell$
D) $\frac{m}{\ell.g}$ E) $\frac{g}{\ell.m}$

**7.** Sürtünmesiz eğik düzlemler üzerinde yay sabitleri k, 2k, 3k olan yayların ucuna bağlanmış m kütleli X, Y, Z cisimlerinden oluşan sarkaçlar Şekil - I, Şekil - II, Şekil - III teki gibidir.



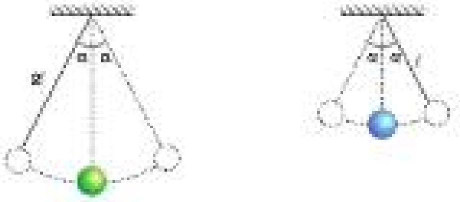

Şekil - I — Şekil - II — Şekil - III

**Sarkaçların periyotları $T_X$, $T_Y$, $T_Z$ olduğuna göre, bunlar arasındaki ilişki nedir?**

A) $T_X = T_Y = T_Z$ B) $T_Z < T_Y < T_X$
C) $T_X < T_Y < T_Z$ D) $T_X = T_Z < T_Y$
E) $T_Z < T_X < T_Y$

Fi̇rf Yayınları

**6.** X ve Y gezegenlerinin yüzeyinde basit harmonik hareket yaptıran 2ℓ ve ℓ uzunluğundaki iplerin ucuna bağlı özdeş cisimlerden oluşan Şekil - I ve Şekil - II deki basit sarkaçların periyotları eşittir.



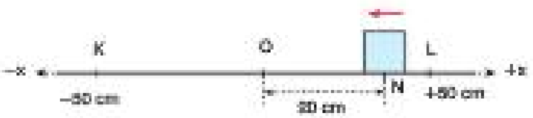

X gezegeni — Y gezegeni

Şekil - I — Şekil - II

**X gezegeninin yüzeyindeki yer çekimi ivmesinin şiddeti g olduğuna göre, Y gezegeninin yüzeyindeki yer çekimi ivmesinin şiddeti kaç g dir?** ($\alpha < 10°$)

A) 4 B) 2 C) $\sqrt{2}$ D) 1 E) $\frac{1}{2}$

**8.** Şekildeki KL noktaları arasında basit harmonik hareket yapan cismin periyodu 4 s dir.




**Buna göre; cisim N noktasından ok yönünde geçerken ivmesinin yönü ve büyüklüğü nedir?**
($\pi = 3$ alınız)

A) – x yönünde, 45 $cm/s^2$
B) + x yönünde, 45 $cm/s^2$
C) + x yönünde, 22,5 $cm/s^2$
D) – x yönünde, 62,5 $cm/s^2$
E) – x yönünde, 22,5 $cm/s^2$

Test - 4 1-B 2-D 3-E 4-C 5-A 6-E 7-B 8-A

## Test - 1

### Çözüm 1

Düzgün çembersel hareket yapan bir cismin seçilen çap üzerinde izdüşümünün yaptığı hareket; sabit iki nokta (genlik) arasında, eşit zaman aralıklarında kendini tekrarlayan bir harekettir. Bu harekete basit harmonik hareket denilmektedir. (I.Doğru)

Basit harmonik hareket periyodik bir harekettir. Eşit zaman aralıklarında kendini tekrarlar. (II.Doğru)

Basit harmonik hareket zaman içerisinde değişen hızla gerçekleşen bir harekettir. (III.Yanlış)

Cevap C

### Çözüm 2

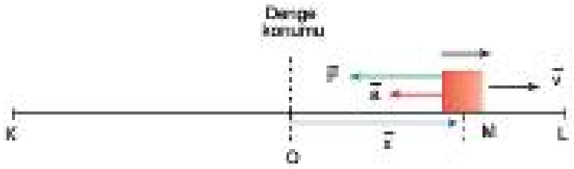
KL noktaları arasında basit harmonik hareket yapan cisim $\vec{v}$ hızı ile M noktasından ok yönünde geçtiğinde,

cismin uzanım vektörü $\vec{x}$

geri çağırıcı ivme vektörü $\vec{a}$

cisme etkiyen geri çağırıcı kuvvet vektörü $\vec{F}$

şekildeki gibi olur.

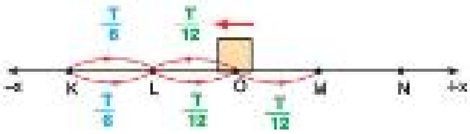



Uzanım vektörü daima denge konumundan cismin bulunduğu noktaya doğru çizilirken, geri çağırıcı kuvvet ve ivme vektörleri ise daima cisimden denge konumuna doğru çizilir.

Cevap B

### Çözüm 3

Basit harmonik hareket yapan cismin, O noktasından M noktasına kadar olan hareketinde, eşit aralıkları alma süreleri T periyodu cinsinden şekildeki gibi olur.




Buna göre, cisim O noktasından M noktasına $\frac{7}{12}T$ sürede gelir.

Bu süre 7 s olduğu için,

$\frac{7}{12}T = 7 \Rightarrow T = 12$ s bulunur.

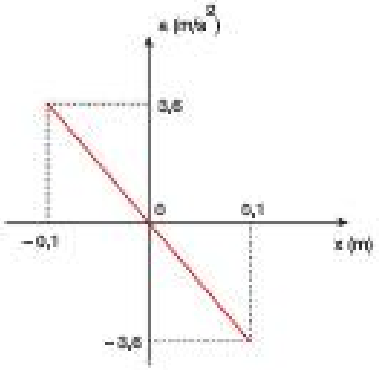
Cevap B

Yayınları

### Çözüm 4

Basit harmonik hareket yapan cismin geri çağırıcı ivmesinin büyüklüğü, $a = \omega^2.x$ formülü ile hesaplanır.

Burada x uzanım, $\omega = 2\pi f$ açısal hız, f frekanstır.




Grafiğe göre, x = 0,1 m olduğunda, a = 3,6 m/s² olmaktadır.

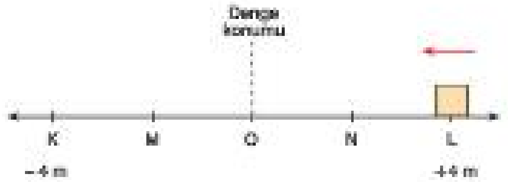
$\pi = 3$ olduğuna göre;

$a = \omega^2.x \Rightarrow 3,6 = (2.3.f)^2.0,1 \Rightarrow f = 1\ s^{-1}$ bulunur.

Cevap A

## Çözüm 5

Cismin O noktasındaki hızının büyüklüğü, $v = \omega.r$ ifadesinden hesaplandığında, $12 = \omega.6 \Rightarrow \omega = 2$ rad/s olur.




Geri çağırıcı ivme vektörünün yönü daima denge konumu olan O noktasına doğrudur.

Bu durumda cisim M noktasından geçerken ivmenin yönü O noktasına doğru – x yönünde olur.

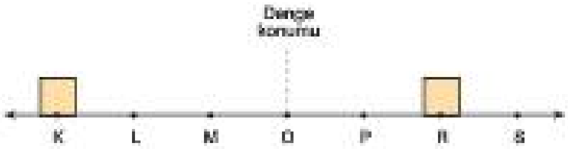
İvmenin büyüklüğü ise, $a = \omega^2.x$ ifadesinden,

$a = 2^2.4 = 16$ m/s$^2$ bulunur.

Cevap A

## Çözüm 7

r genlik, x uzanım olmak üzere cismin R noktasındaki hızının büyüklüğü $v = \omega.\sqrt{r^2 - x^2}$ ile O noktasındaki hızının büyüklüğü ise $v = \omega.r$ ifadesi ile hesaplanır.




Noktalar arası uzaklıklar eşit ve d denilir ise,

$v_O = \omega.3d$,

$v_R = \omega.\sqrt{(9d^2 - 4d^2)} = \omega.\sqrt{5}d$ olur.

Buradan, $\frac{v_O}{v_R} = \frac{3\sqrt{5}}{5}$ bulunur.

Cevap A

Fi'f Yayınları

## Çözüm 6

Cisim denge konumu olan O noktasından hareketinin en büyük hız değeri ile geçer.

Bu hız, $v = \omega.r$ formülü ile hesaplanır.

Açısal hız, $\omega = \frac{2\pi}{T}$ ifadesinden, $v = \frac{2\pi}{T}.r$ olur.

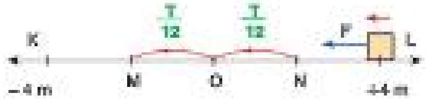
Buna göre; $v = \frac{2.3}{18}.6 = 2$ m/s bulunur.

Cevap A

## Çözüm 8

L noktası genlik noktasıdır. Genlik r ile gösterilirse genlik noktasında cisme etkiyen geri çağırıcı kuvvet,

$F = m\omega^2r$ formülü ile hesaplanır.




Cisim NM arasını şekildeki gibi, $\frac{T}{6} = 2$ s de gidiyorsa, cismin periyodu, $T = 12$ s olur.

Açısal hız, $\omega = \frac{2\pi}{T}$ ile hesaplanır.

Buna göre; $F = m\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2r$ ifadesinden,

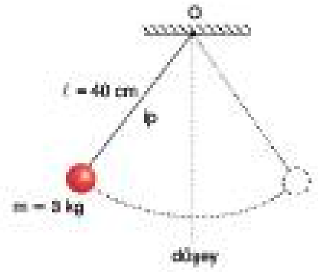
$F = 3.\left(\frac{2.3}{12}\right)^2.4 \Rightarrow$ geri çağırıcı kuvvet, $F = 3$ N bulunur.

Cevap C

## Test - 2

### Çözüm 1

Şekildeki basit sarkacın periyodu,

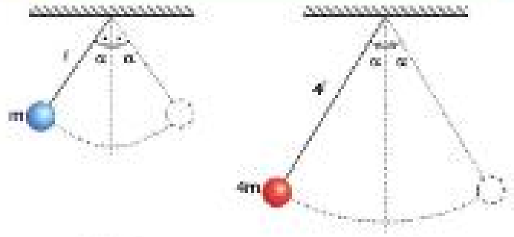



$T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$ formülü ile hesaplanır.

Buna göre; $T = 2.3.\sqrt{\frac{0,4}{10}} = \frac{6}{5}$ s bulunur.

Cevap C

### Çözüm 2




Şekil - I Şekil - II

Şekil - I deki basit sarkacın periyodu, $T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$ olur.

Şekil - II deki basit sarkacın periyodu, $T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{4\ell}{g}}$ olur.

Bu durumda, $T_2 = 4\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}} = 2T_1$ olur.

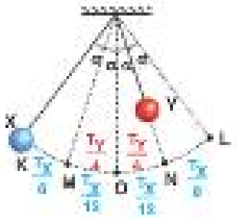
Buna göre, $\frac{T_1}{T_2} = \frac{1}{2}$ bulunur.

Cevap B

### Çözüm 3

X cismi K noktasından bırakıldığında KL noktaları arasında, Y cismi ise N noktasından bırakıldığında MN noktaları arasında basit harmonik hareket yapar.

Bu durumda eşit aralıkları alma süreleri $T_X$ ve $T_Y$ periyotları cinsinden şekildeki gibi olur.




Cisimler 2 s sonra M noktasında karşılaştıklarına göre,

$\frac{T_X}{6} = \frac{T_Y}{2} = 2$ olur.

Buradan, $T_X = 12$ s ve $T_Y = 4$ s bulunur.

Buna göre; $\frac{T_X}{T_Y} = 3$ olur.

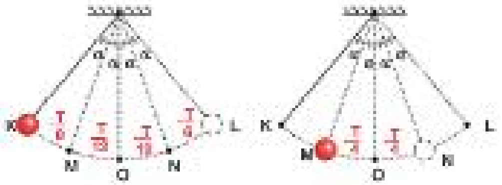
Cevap B

Fırat Yayınları

### Çözüm 4

Basit sarkacın periyoduna T denilirse cismin eşit aralıkları alma süreleri Şekil - I deki gibi olur.

Cisim M de N ye 2 s geliyorsa, $\frac{T}{6} = 2$ s $\Rightarrow$ T = 12 s olur.




Şekil - I Şekil - II

Cisim M noktasından serbest bırakıldığında sakacın periyodu değişmez.

Bu durumda, M den N ye gelme süresi Şekil - II deki gibi $\frac{T}{2}$ olur.

Buna göre, $\frac{T}{2} = \frac{12}{2} = 6$ s bulunur.

Cevap E

## Çözüm 5

Cisim KL noktaları arasında basit harmonik hareket yaparken K ve L noktaları cisim için genlik noktaları, O noktası ise denge konumudur. Cisim K noktasından serbest bırakıldığında O noktasına doğru yaklaşırken hızının büyüklüğü artar ve denge konumundan geçerken de hareketindeki en büyük hıza sahip olur. (I.Doğru)

Basit harmonik harekette geri çağırıcı kuvvet genlik noktalarında en büyük değerde olurken denge konumunda ise sıfır olur. Bundan dolayı cisim K den O ya doğru yaklaşırken geri çağırıcı kuvvet azalır. (II.Doğru)

Basit sarkaçtaki cisim, izdüşüm olarak yataydaki KL noktaları arasında basit harmonik hareket yaparken aynı anda yarıçapı ip uzunluğu olan çembersel bir yörünge üzerinde ise düşey düzlemde çembersel hareket yapmaktadır. Cisim K den O ya doğru yaklaşırken hızının büyüklüğü artar. Bu durumda cisme etkiyen merkezcil kuvvetin büyüklüğünün de artması için ip gerilme kuvvetinin büyüklüğünün artması gerekir. (III.Doğru)

Cevap E

## Çözüm 6

Saniyeleri vuran sarkacın periyodu 2 s dir.

Bu sarkacın ip uzunluğu $\ell$ ise, $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{\ell}{g}} = 2\ \text{s}$ dir.

Sarkacın ip uzunluğu $2\ell$ yapılınca oluşan periyota $T_{son}$ denilirse,

$T_{son} = 2\pi\sqrt{\dfrac{2\ell}{g}}$ olur.

Bu ifadeden anlaşılacağı üzere, $T_{son} = \sqrt{2}T = 2\sqrt{2}$ s bulunur.

Cevap C

## Çözüm 7

Basit sarkaçların periyotları, $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{\ell}{g}}$ ifadesine göre ;

Şekil - I de $T_1 = 2\pi\sqrt{\dfrac{3\ell}{g_1}}$

Şekil - II de $T_2 = 2\pi\sqrt{\dfrac{2\ell}{g_2}}$

Şekil - III te $T_3 = 2\pi\sqrt{\dfrac{\ell}{g_3}}$ olur.

Basit sarkaçların periyotları birbirine eşit olduğundan,

$2\pi\sqrt{\dfrac{3\ell}{g_1}} = 2\pi\sqrt{\dfrac{2\ell}{g_2}} = 2\pi\sqrt{\dfrac{\ell}{g_3}}$ eşitliğinden,

$\dfrac{3\ell}{g_1} = \dfrac{2\ell}{g_2} = \dfrac{\ell}{g_3}$ ifadesi elde edilir.

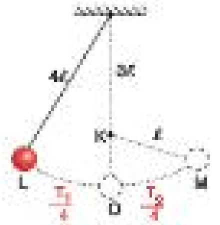
Buna göre, ortamların çekim ivmeleri arasındaki ilişki,

$g_1 > g_2 > g_3$ olur.

Cevap B

## Çözüm 8

Şekildeki basit sarkacın ip uzunluğu $4\ell$ iken periyot $T_1$, $\ell$ uzunluğunda iken $T_2$ denilirse cisim L den O ya $\dfrac{T_1}{4}$, O dan M ye ise $\dfrac{T_2}{4}$ sürede gelir.




Buna göre, şekildeki sarkacın periyodu, $T = \dfrac{T_1}{2} + \dfrac{T_2}{2}$ ifadesi ile hesaplanır. Burada,

$T_1 = 2\pi\sqrt{\dfrac{4\ell}{g}}$ ve $T_2 = 2\pi\sqrt{\dfrac{\ell}{g}}$ olarak hesaplanır.

Buna göre, $T_1 = 2T_2$ olur.

Cisim O dan M ye 2 s de geliyor ise,

$\dfrac{T_2}{4} = 2\ \text{s} \Rightarrow T_2 = 8$ s ve $T_1 = 16$ s bulunur.

Buradan sarkacın periyodu,

$T = \dfrac{16}{2} + \dfrac{8}{2} = 12$ s bulunur

Cevap C

# Test - 3

## Çözüm 1

Yay sarkacında periyot, $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ formülü ile hesaplanır.

Buna göre; $T = 2.3.\sqrt{\frac{5}{80}} \Rightarrow T = \frac{3}{2}$ s bulunur.

Periyotla frekans arasında $T.f = 1$ ilişkisi vardır.

Buradan, $f = \frac{1}{T}$ ifadesinden, $f = \frac{1}{T} = \frac{2}{3}\ s^{-1}$ bulunur.

Cevap **C**

## Çözüm 2

Şekil - II deki özdeş yaylar birbirine paralel bağlı Şekil - III teki yaylar ise birbirine seri bağlıdır.

Şekil - II deki eş değer yay sabiti, $k_{eş} = k + k = 2k$ olur.

Şekil - III teki eşdeğer yay sabiti,

$\frac{1}{k_{eş}} = \frac{1}{k} + \frac{1}{k}$ ifadesinden, $k_{eş} = \frac{k}{2}$ olur.

Buna göre, Şekil - I, Şekil - II ve Şekil - III teki yay sarkaçlarının periyotları;

$T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$, $T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{2k}}$, $T_3 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{\frac{k}{2}}}$ olur.

Buradan, $T_3 > T_1 > T_2$ ilişkisi bulunur.

Cevap **E**

## Çözüm 3

Şekil - I deki yay sarkacının periyodu

$T_1 = T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ dir.

Şekil - II de k yay sabitli iki yay paralel bağlanarak yay sarkacı oluşturulmuş.

Bu durumda eş değer yay sabiti, $k_{eş} = k + k \Rightarrow k_{eş} = 2k$ olur.

Buna göre, yay sarkacının periyoduna, $T_2$ denilirse,

$T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{4m}{2k}} = 2\pi\sqrt{\frac{2m}{k}}$ olur.

Bu ifadeden, $T_2$ nin $\sqrt{2}T$ olduğu sonucuna ulaşılır.

Cevap **C**

## Çözüm 4

Yay sarkacının periyodu $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ formülüne göre, cismin kütlesine(m) ve kullanılan yayın yay sabitine(k) bağlı olarak değişir.

Buna göre;

Şekildeki sarkacın x genliğinin artırılması periyodu değiştirmez.

(I.Doğru)

Cismin m kütlesi artırılırsa, periyot formülüne göre periyot artar.

(II.Yanlış)

k yay sabiti azaltılırsa, periyot formülüne göre periyot artar.

(III .Yanlış)

Cevap **A**

## Çözüm 5

Özdeş X, Y, Z cisimlerine bağlanmış özdeş yayların bağlanış şekillerine bakıldığında, sarkaçları oluşturan yaylar birbirine değil, herbiri cisimlere bağlı olduğu için paralel bağlanmışlardır. Bu durumda oluşan eş değer yay sabitleri,

I şeklinde, $k_1 = k + k = 2k$

II şeklinde, $k_2 = k + k + k = 3k$

III şeklinde, $k_3 = k + k = 2k$ olur.

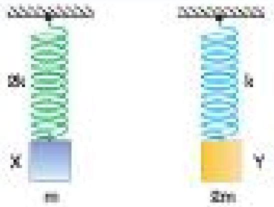
Sarkaçların periyotlarını veren ifadeler yazılırsa;

$T_X = 2\pi\sqrt{\dfrac{m}{2k}}$ , $T_Y = 2\pi\sqrt{\dfrac{m}{3k}}$ , $T_Z = 2\pi\sqrt{\dfrac{m}{2k}}$ olur.

Buradan $T_Y < T_X = T_Z$ olduğu sonucuna varılır.

**Cevap C**

## Çözüm 6




Şekildeki X ve Y sarkaçlarının $T_X$ ve $T_Y$ periyotları yazılırsa;

$T_X = 2\pi\sqrt{\dfrac{m}{2k}}$ ve $T_Y = 2\pi\sqrt{\dfrac{2m}{k}}$ olur.

Buradan,

$$\frac{T_X}{T_Y} = \frac{2\pi\sqrt{\dfrac{m}{2k}}}{2\pi\sqrt{\dfrac{2m}{k}}} = \frac{1}{2} \text{ bulunur.}$$

**Cevap B**

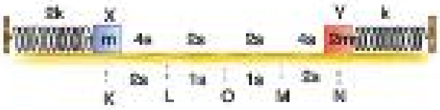
## Çözüm 7

X ve Y cisimlerinin bağlı olduğu yay sarkaçlarının periyotları bulunursa; $T_X = 2\pi\sqrt{\dfrac{m}{2k}}$ ve $T_Y = 2\pi\sqrt{\dfrac{2m}{k}}$ olur.

Bu iki ifadeden, $T_Y = 2T_X$ olur.

Burada $T_X$ ve $T_Y$ için, $T_X = 12$ s denilirse, $T_Y = 24$ s olur.

Bu durumda cisimlerin KN noktaları arasındaki eşit aralıkları alma süreleri şekildeki gibi olur.




Buna göre;

Y cismi 4 s de M noktasına geldiğinde X cismi de 4 s de M noktasına gelir ve ilk kez karşılaşırlar. (I.Doğru).

Y cismi 12 s de K noktasına gelirken X cismi de 12 s sonra tekrar K noktasına gelir ve ikinci defa karşılaşırlar. (II.Doğru)

Y cismi O noktasından ilk kez 6 s sonra geçer. X cismi ise 8 s sonra N noktasına gelir ve O noktasından bir kez geçmiş olur. (III.Yanlış)

**Cevap C**

## Çözüm 8

Yay sarkaçlarının periyodu, $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{m}{k}}$ formülüne göre, yaya bağlı cismin kütlesine (m) ve yay sabitine (k) bağlıdır.

Yayın yatay düzlemde, eğik düzlemde ya da düşey düzlemde titreşmesi sarkacın periyodunu etkilemez.

Bundan dolayı m kütleli cisim ve k yay sabitli yay ile kurulan Şekil - I ve Şekil - II deki yay sarkaçlarının periyotları $T_1$ ve $T_2$ eşittir.

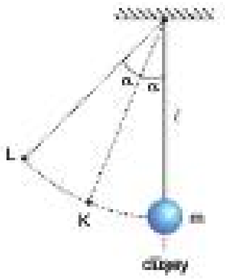
Buna göre, $\dfrac{T_1}{T_2} = 1$ dir.

**Cevap C**

## Ünite Tarama - 1 (Test - 4)

### Çözüm 1

Basit harmonik harekette, cismin denge konumundan geçerken sahip olduğu hızın değeri genlik ile doğru orantılıdır.




Basit sarkaçta cisim L noktasından serbest bırakıldığında denge konumundan daha uzaktan serbest bırakıldığı için genlik artmıştır.

Bu durumda cismin düşey konumdan (denge konumundan) geçme hızı v artar.

Bir genlik noktasından denge konumuna gelme süresi T periyot olmak üzere $\frac{T}{4}$ tür.

Basit sarkacın periyodu genliğe bağlı değildir.

Buna göre, genlik artırılıp cisim L noktasından serbest bırakıldığında denge konumuna yine $t = \frac{T}{4}$ sürede geleceğinden t süresi değişmez.

Cevap B

### Çözüm 2

Basit harmonik hareket yapan cismin herhangi bir anda denge konumuna göre olan konumuna uzanım denir. (I.Doğru)

Cismin bir tam salınım ya da titreşim yapması için geçen süreye periyot denilmektedir. (II.Yanlış)

Cisim titreşim hareketini yaparken genlik noktasından denge noktasına doğru hızı artar ve hareketi sırasında sahip olabileceği en büyük hız değerine denge konumunda ulaşır. (III.Doğru)

Cevap D

Fi Yayınları

### Çözüm 3

Basit harmonik harekette, cismin genlik noktalarında hızı sıfır olurken denge konumundan geçerken ise en büyük değerde olur.

Şekil - II deki hız - zaman grafiğine göre;

t = 0 anında hız sıfır iken 3. cü saniyede maksimum + 2 m/s olmuş. Bu durumda cisim + yönde hareket ederek K noktasından O noktasına gelmiş olmalıdır. (I.Doğru)

Cisim 3. saniyede O noktasından geçtikten 3 s sonra 6. saniyede hızı tekrar sıfır olduğuna göre cisim + yönde hareket ederek L noktasına gelmiştir.

Bu durumda cisim 6 s de K den L ye geliyorsa aynı sürede de L den K ye dönmelidir.

Grafiğe göre 12. saniyede cismin hızı sıfır olduğu için cisim K noktasında olmalıdır. (II.Doğru)

Grafiğe göre; cisim, t = 0 anında K noktasından harekete geçip tekrar K ye 12 s sonra döndüğü için hareketin periyodu T = 12 s dir.

Cismin O noktasından geçerken sahip olduğu maksimum hız, r genlik olmak üzere,

$v = \omega.r \Rightarrow v = \frac{2\pi}{T}.r$ formülü ile hesaplanır.

Buna göre; $2 = \frac{2.3}{12}.r \Rightarrow r = 4$ m bulunur. (III.Doğru)

Cevap E

### Çözüm 4

Basit harmonik harekette uzanımın denklemi, $x = r.\sin(\omega t)$ dir.

Buna göre,

$x = 4.\sin(\frac{\pi}{12}t)$ uzanım denkleminde,

t yerine 2 s yazılıp çözüm yapılırsa,

$x = 4.\sin(\frac{\pi}{12}2) = 4.\sin(\frac{\pi}{6})$ olur.

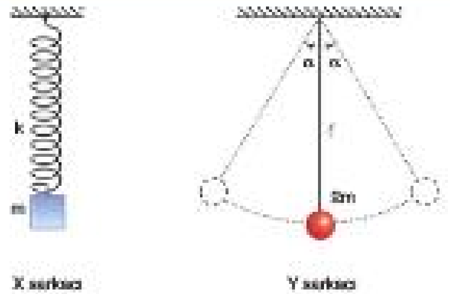
$\frac{\pi}{6} = 30°$ olunca, $x = 4.\sin 30°$ olur.

$\sin 30° = \frac{1}{2}$ yerine yazılırsa,

$x = 4.\frac{1}{2} \Rightarrow x = 2$ cm bulunur.

Cevap C

## Çözüm 5




Şekildeki yay sarkacı ile basit sarkacın periyotları birbirine eşitlenirse;

$2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$ eşitliğinden,

$\frac{m}{k} = \frac{\ell}{g}$ olur.

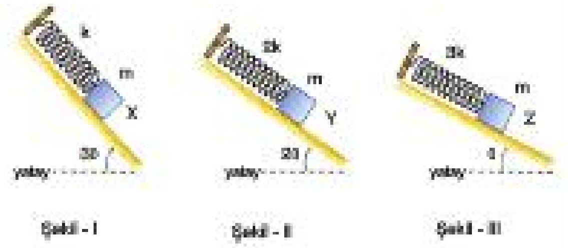
Buradan da yay sarkacının yay sabiti, $k = \frac{m.g}{\ell}$ bulunur.

Cevap A

## Çözüm 7

Yay sarkacının periyodunu sarkacın duruş şekli, bulunduğu yüzeyin eğimi etkilemez.

Bundan dolayı, şekildeki eğik düzlemlerin eğim açılarının periyoda bir etkisi olmayacaktır.




Sarkaçların periyotları $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ ifadesine göre yazılırsa;

$T_X = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ , $T_Y = 2\pi\sqrt{\frac{m}{2k}}$ ve $T_Z = 2\pi\sqrt{\frac{m}{3k}}$

ifadelerinden, $T_Z < T_Y < T_X$ olduğu bulunur.

Cevap B

## Çözüm 6

X ve Y gezegenlerinin yüzeyinde titreştirilen basit sarkaçların periyotları,

$T_X = 2\pi\sqrt{\frac{2\ell}{g_X}}$ ve $T_Y = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g_Y}}$ dir.

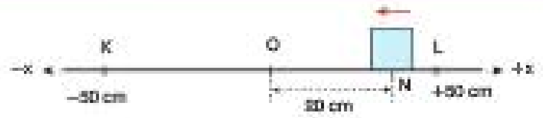
$T_X = T_Y$ ve $g_X = g$ için,

$2\pi\sqrt{\frac{2\ell}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g_Y}}$ olur.

Buradan, $\frac{2\ell}{g} = \frac{\ell}{g_Y}$ eşitliğinden, $g_Y = \frac{g}{2}$ bulunur.

Cevap E

## Çözüm 8




KL noktaları arasında basit harmonik hareket yapan cisim N noktasından ok yönünde geçtiğinde ivmesinin yönü, daima denge konumuna doğru olacağı için − x yönünde olacaktır.

İvmenin büyüklüğü; T periyot; x uzanım olmak üzere,

$a = \omega^2.x \Rightarrow a = \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2.x$ formülü ile hesaplanır.

T = 4 s ve x = 20 cm için,

$a = \left(\frac{2.3}{4}\right)^2.20 = \frac{9}{4}.20 = 45\ cm/s^2$ bulunur.

Cevap A

Fit Yayınları

# ÜNİTE 5

# DALGA MEKANİĞİ

PRF YAYINLARI

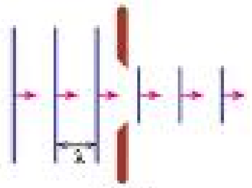
Hedefine Paraf At

## SU DALGALARINDA KIRINIM OLAYI

Su dalgalarının, iki engel arasından ya da keskin kenarlardan geçerken, dairesel dalgalar şeklinde bükülerek yayılması olayına **kırınım**, kırınım olayında oluşan desene de **kırınım deseni** denir.

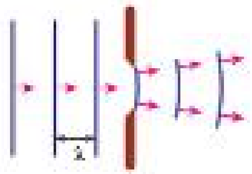
- Kırınım olayı, su dalgalarının dalga boyu (λ) ile yarık genişliği (w) arasındaki ilişkiye bağlıdır.

  - $\lambda < w$ ise kırınım gerçekleşmez.



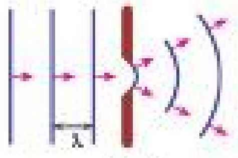

$\lambda < w$

  - $\lambda \approx w$ ise kırınım gözlenmeye başlar.




$\lambda = w$

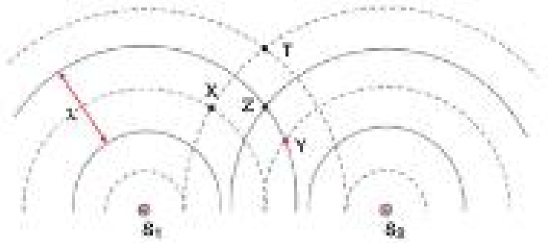
  - $\lambda > w$ ise kırınım çok net olarak gözlenir.




$\lambda > w$

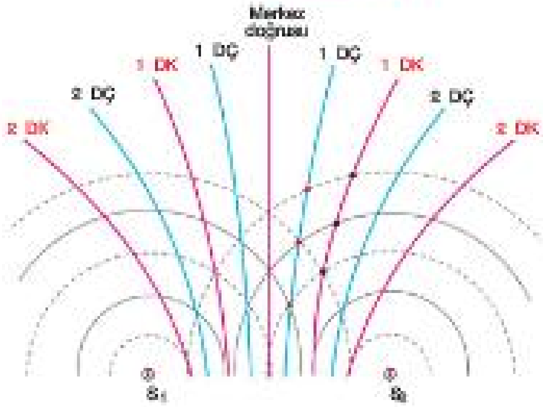
## SU DALGALARINDA GİRİŞİM OLAYI

İki ya da daha fazla sayıda dalganın birbiri içerisinden geçmesi olayına **girişim** denir. Girişim yapan dalgaların oluşturduğu desene de **girişim deseni** denir. Girişim deseninin görünümü şekildeki gibi olur.




- Aynı anda çalıştırılan iki noktasal dalga kaynağının oluşturulduğu girişim deseninde seçilen Z noktasında olduğu gibi iki dalga tepesinin üst üste binmesiyle maksimum genlikte titreşen aydınlık noktalara **çift tepe**, X ve T noktalarındaki gibi iki dalga çukurunun üst üste binmesiyle oluşan ve maksimum genlikte titreşen karanlık noktalara **çift çukur** ve Y noktasında olduğu gibi tepe ve çukurların üst üste gelmesiyle oluşan titreşimsiz noktalara da **düğüm noktası** denir.

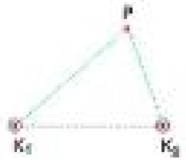
- Dalga leğeninde oluşan girişim deseninde çift tepe ve çift çukur noktalarının bir çizgi oluşturduğu görülür. Bu çizgiye **dalga katarı** ya da katarı çizgisi denir. Kaynaklar arasındaki uzaklığı iki eşit parçaya bölen doğru üzerinde oluşan katara merkezi dalga katarı ya da 0. (sıfırıncı) dalga katarı denir. Benzer şekilde düğüm noktaları işaretlenip birleştirildiğinde elde edilen çizgilere de **düğüm çizgisi** denir.




Fit Yayınları

- Girişim çizgilerinin özellikleri aşağıdaki gibidir.
  - Merkez doğrusuna göre simetrik ve eşit sayıdadır.
  - Kaynaklar üzerinde ve kaynakların dışında gözlenmez.
  - Ardışık bir dalga katarıyla düğüm çizgisi arasındaki uzaklık, dalga boyunun λ/4 katıdır.
  - Ardışık iki dalga katarı ya da iki düğüm çizgisi arasındaki uzaklık, dalga boyunun λ/2 katıdır.

- Girişim deseni üzerinde seçilen bir noktaya, özdeş kaynaklardan gelen dalgaların aldığı yolların farkına yol farkı (ΔS) denir. Yol farkı seçilen noktanın hangi girişim çizgisi üzerinde olduğunun belirlenmesine yardımcı olur.




Şekildeki P noktasının $K_1$ kaynağına uzaklığı $PK_1$, $K_2$ kaynağına uzaklığı $PK_2$ ise, P noktasının yol farkı (ΔS), aşağıdaki gibi bulunur.

$$\Delta S = |PK_1 - PK_2|$$

- Desen üzerinde seçilen bir noktanın kaynaklara olan uzaklıkları arasındaki fark, dalga boyunun tam katları ise seçilen nokta, dalga katarı üzerinde bir noktadır. Buna göre, n. dalga katarı üzerindeki maksimum genlikte titreşen bir nokta için,

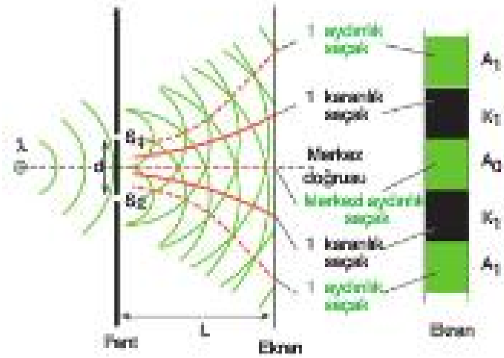
$$\Delta S = n \cdot \lambda$$

- Desen üzerinde seçilen bir noktanın kaynaklara olan uzaklıkları arasındaki fark, dalga boyunun buçuklu katları şeklinde ise seçilen nokta, düğüm çizgisi üzerinde bir noktadır. Buna göre, n. düğüm çizgisi üzerinde bulunan bir düğüm noktası için,

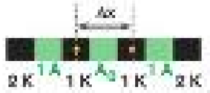
$$\Delta S = (n - \frac{1}{2}) \cdot \lambda$$

## IŞIĞIN ÇİFT YARIKTA GİRİŞİMİ

Young tarafından 1801 yılında yapılan çift yarıkta girişim deneyi iki kaynaktan çıkan ışık dalgalarının şekildeki gibi su dalgalarına benzer biçimde girişim meydana getirdiğini göstermiştir.




- Young deneyinde ışık ışınları $S_1$ ve $S_2$ yarıklarından geçerek ekranda aydınlık ve karanlık saçaklar oluşturur.
  - Perdede, yarıklar arası uzaklığın tam ortasına karşılık gelen yerde merkezi aydınlık saçak $A_0$ oluşur. Oluşan tüm saçakların genişliği aynıdır.
  - Ardışık iki aydınlık ya da karanlık saçak arasındaki mesafeye saçak genişliği denir. Saçak genişliği Δx sembolüyle gösterilir.

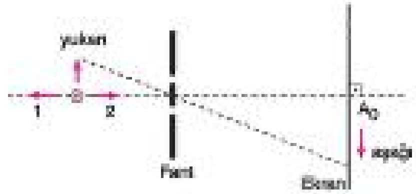



  - Fantla perde arası uzaklık L, kullanılan ışığın dalga boyu λ, yarıklar arası uzaklık d ve fantla perde arasındaki saydam ortamın kırıcılık indisi n ise, Δx aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$\Delta x = \frac{L \cdot \lambda}{d \cdot n}$$

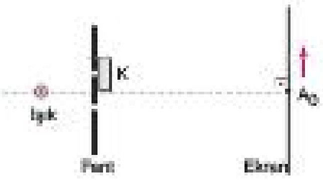
### Çift Yarıkta Girişime Etki Eden Diğer Değişkenler

- Kaynak şekildeki gibi 1 veya 2 yönünde hareket ettiğinde merkezi aydınlık saçağın yeri değişmez. Işık kaynağı 1 yönünde hareket ederse saçakların parlaklığı azalırken, 2 yönünde hareket ederse artar.

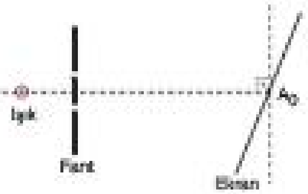



  - Işık kaynağı merkez doğrusuna dik doğrultuda yukarı hareket ettirildiğinde kaynaklar arasında gecikme olacağından merkezi aydınlık saçakla birlikte bütün saçaklar geciken kaynak tarafına yani aşağıya kayar.
  - Işığın şiddetinin değiştirilmesi durumunda, saçak aralığı ve merkezi aydınlık saçağın yeri değişmez. Aydınlık saçakların parlaklığı değişir.

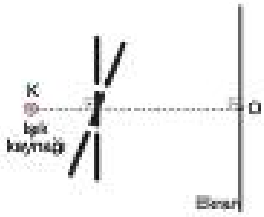
- Yarıklardan birinin önüne şekildeki gibi cam konulduğunda, ışığın cam içindeki ortalama hızı azalacağından gecikme olur. Merkezi aydınlık saçak geciken kaynak tarafına yani ok yönüne kayar.




- Ekran döndürülürse ekranın yarıklardan uzaklaşan bölümünde saçak genişlikleri artarken yarıklara yaklaşan bölümünde saçak genişliği azalır. Merkezi aydınlık saçağın yeri değişmez.

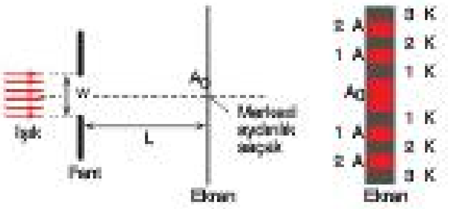



- Yarıklar düzlemi döndürülürse yarıklar arasındaki dik uzaklık azalacağından saçak genişliği artar. Merkezi aydınlık saçağın yerinin değişip değişmeyeceği hakkında kesin bir şey söylenemez.



## IŞIĞIN TEK YARIKTA KIRINIMI

Işığın su dalgaları gibi bükülerek kırınıma uğramasıyla girişim saçakları oluşur. Işığın kırınımı 17. yy da Grimaldi tarafından tanımlanmıştır.




- Su dalgalarında olduğu gibi ışığın da kırınıma uğraması için yarık genişliğinin (w), ışığın dalga boyuna (λ) eşit ya da ondan küçük olması gerekir.
  - Perde üzerinde, yarığın tam ortasına karşılık gelen yerde merkezi aydınlık saçak ($A_0$) oluşur. Merkezi aydınlık saçağın saçak genişliği diğer saçakların 2 katıdır.
  - Fantla perde arası uzaklık L, kullanılan ışığın dalga boyu λ, yarık genişliği w ve fantla perde arasındaki saydam ortamın kırıcılık indisi n ise, saçak genişliği Δx aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$\Delta x = \frac{L.\lambda}{w.n}$$

### Tek Yarıkta Kırınıma Etki Eden Diğer Değişkenler

- Işık kaynağının ışık şiddeti artırılırsa saçak parlaklıkları artar. Ancak saçak genişlikleri veya saçakların yerinde herhangi bir değişiklik olmaz.
- Yarık düzlemi ile ekran arası kırıcılık indisi havaya göre daha büyük olan saydam bir ortamla doldurulursa ışığın hızı azalır ve dalga boyu küçülür. Bu nedenle saçak genişliği azalır. Merkezi aydınlık saçağın yeri değişmez.
- Yarık düzlemi döndürülürse yarıklar arasındaki dik uzaklık azalacağından saçak genişliği artar. Merkezi aydınlık saçağın ve girişim deseninin yerinin değişip değişmeyeceği hakkında kesin bir şey söylenemez.
- Yarık önüne örneğin yarığın üst yarısını kapatacak biçimde saydam madde konulduğunda üst kısımdan geçen ışınlar geç kalır. Merkezi aydınlık saçak yukarı doğru kayar. Saçak genişliği değişmez.
- Yarık önüne saydam olmayan bir cisim konursa yarık genişliği küçülmüş olur. Saçak genişlikleri büyür. Merkezi aydınlık saçak oluşan yeni yarığın orta dikmesi üzerine kayar.
- Ekran döndürülürse ekranın yarıklara uzaklaşan bölümünde saçak genişlikleri artarken yarıklara yaklaşan bölümünde saçak genişliği azalır. Merkezi aydınlık saçağın yeri değişmez.

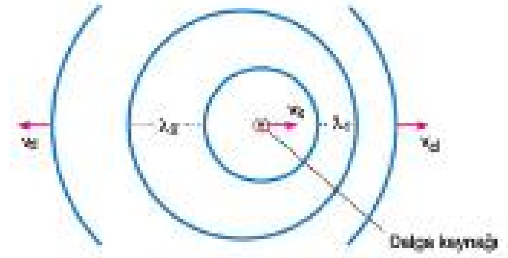
**Not**

Işığın, su dalgalarına benzer biçimde yansıma yapması, kırılması, kırınıma uğraması ve girişim yapması gibi olaylar, ışığın bir dalga doğasına sahip olduğunun göstergesidir.

## DOPPLER OLAYI

Işık, ses ve su dalgalarında gözlenen frekansın, kaynak ve gözlemcinin hareketine bağlı olarak farklı algılanması olayına **Doppler olayı** denir. Doppler olayı su dalgalarında, ses dalgalarında ve ışıkta gözlenebilir.

- Bir dalga leğeninde dairesel su dalgaları üreten şekildeki K kaynağı hareket ederken, hareket yönündeki dalgaların dalga boyu azalır, diğer taraftaki dalgaların dalga boyu artar.




- Doppler olayını su dalgalarında olduğu gibi ses dalgalarında da gözlemlemek mümkündür. Tıpta görüntülemede kullanılan ultrason cihazlarında ses dalgalarında meydana gelen Doppler olayından faydalanılır.
  - Bir polis otosu şekildeki gibi hareket ederken, hareket yönündeki ses dalgalarının dalga boyu küçük, diğer yönde ise büyük olur. Buna göre, X gözlemcisinin algıladığı sesin frekansı f den daha düşük frekanslı yani kalın iken, Y nin algıladığı sesin frekansı ise f den daha yüksek frekanslı yani ince olur. ($f_X < f < f_Y$)

- Doppler olayı, ışıkta yani elektromanyetik dalgalarda da gözlenir. Karayollarında arabaların hız sınırını aşıp aşmadıklarını kontrol eden trafik polislerinin kullandığı radarlarda elektromanyetik dalgaların Doppler olayından faydalanır. Dünya'dan uzaklaşan yıldızlardan gelen elektromanyetik dalgaların dalga boyunun büyümesi sonucunda algılanan ışığın rengi kırmızıya doğru yaklaşması Doppler olayının bir sonucudur.

Fit Yayınları

## Örnek - 1

Derinliği her yerinde aynı olan bir dalga leğeninde aynı anda ve eşit frekansta çalışan özdeş $S_1$, $S_2$ dalga kaynakları, 6 cm dalga boylu periyodik dalgalar oluşturmaktadır. Bu dalgaların girişim desenindeki bir P noktasının kaynaklara olan uzaklığı $PS_1$ = 35 cm, $PS_2$ = 20 cm dir.

**Buna göre, P noktası aşağıdakilerden hangisinin üzerindedir?**

A) 2. dalga katarının

B) 4. düğüm çizgisinin

C) 3. düğüm çizgisinin

D) 2. düğüm çizgisinin

E) 3. dalga katarının

## Çözüm

P noktasının yol farkı, $\Delta S = PS_1 - PS_2 = 35 - 20 = 15$ cm dir. 15 cm, deneydeki dalga boyu olan 6 cm nin tam katı olmadığından, P noktası düğüm noktasıdır.

Düğüm noktaları için, $\Delta S = (n - \frac{1}{2}).\lambda$ ifadesinden, hesaplanır.

$35 - 20 = (n - \frac{1}{2}).6 \Rightarrow n = 3$ bulunur.

Buna göre, P noktası 3. düğüm çizgisi üzerindedir.

Cevap C

## Örnek - 2

Çift yarıkla yapılan girişim deneyinde perde üzerindeki sabit iki nokta arasındaki saçak sayısının artması için saçak genişliğinin azalması gerekmektedir.

**Buna göre, saçak genişliğinin azalması için,**

I. d, yarıklar arası uzaklık

II. L, yarıklar düzlemi ile perde arası uzaklık

III. $\lambda$, kullanılan ışığın dalga boyu

**niceliklerinden hangileri artırılmalıdır?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ya da II E) II ya da III

## Çözüm

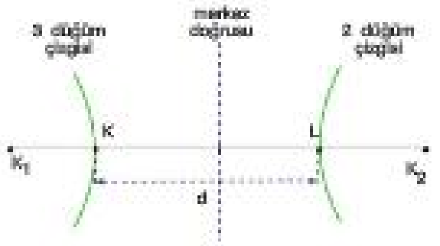
Saçak genişliği, d yarıklar arası uzaklık ile ters orantılı; $\lambda$ dalga boyu ve L yarık düzlemi ile perde arasındaki uzaklıkla doğru orantılı değişir.

Buna göre, saçak genişliğinin azalması için sadece d artırılmalı, (I.doğru), L ve $\lambda$ azaltılmalı, (II. ve III. yanlış)

Cevap A

## Örnek - 3

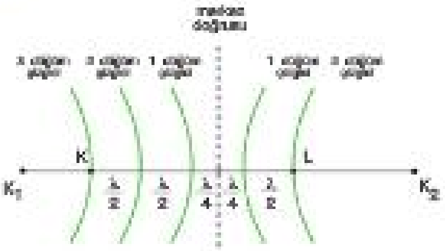
Su derinliği her yerde aynı olan bir dalga leğeninde, eşit frekansta aynı anda çalıştırılan özdeş $K_1$, $K_2$ dalga kaynaklarının oluşturduğu girişim desenindeki 3. düğüm çizgisi ile 2. düğüm çizgisi şekildeki gibidir.




**Kaynaklar $\lambda$ dalga boylu dalgalar ürettiğine göre, KL noktaları arasındaki uzaklık kaç $\lambda$ dır?**

A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 5

## Çözüm




Şekilden K ve L noktaları arasındaki uzaklık $2\lambda$ olduğu görülür.

Cevap B

## Örnek - 4

Tek yarıkta kırınım deneyinde $\lambda$ dalga boylu ışık kullanıldığında perde üzerindeki bir P noktasında 2. Karanlık saçak oluşuyor.

**Işığın dalga boyu artırılırsa, P noktasında aşağıdaki saçaklardan hangisi gözlenebilir?**

A) 3. Aydınlık B) 3. Karanlık C) 2. Aydınlık

D) 1. Karanlık E) 5. Aydınlık

## Çözüm

Perde üzerindeki saçakların dizilişi; $A_0$, $K_1$, $A_1$, $K_2$, $A_2$, $K_3$, $A_3$ şeklindedir.

Bir P noktasında $K_2$ gözlenirken, dalga boyu artırılırsa, saçak aralığı da artar. Buna göre; P noktasında $A_0$, $K_1$ ya da $A_1$ gözlenebilir.

Cevap D

Fitt Yayınları

**1.** **Su dalgalarının kırınımı ile ilgili,**

I. Doğrusal su dalgalarının bükülerek dairesel su dalgaları şeklinde yayılması olayıdır.

II. Doğrusal su dalgalarının, dalga boyuna göre daha küçük aralıklardan ya da keskin kenarlardan geçişi sırasında oluşur.

III. Kırınıma uğrayan doğrusal su dalgalarının frekansı artar.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II D) II ve III E) I, II ve III

**2.** **Sabit derinlikli bir dalga leğeninde, aynı anda çalıştırılan özdeş $K_1$ ve $K_2$ noktasal dalga kaynakları tarafından üretilen dalgaların oluşturduğu girişim deseni için;**

I. Merkez doğrusu üzerinde daima dalga katarı oluşur.

II. Düğüm çizgileri, tepe ve çukurların üst üste gelmesi ile oluşan titreşimsiz noktalardan geçer.

III. İki dalga çukurunun üst üste binmesi ile maksimum genlikte titreşen girişim noktaları oluşur.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) II ve III E) I, II ve III

**3.** **Sabit derinlikli bir dalga leğeninde, aynı fazda çalıştırılan özdeş noktasal dalga kaynakları tarafından üretilen dalgaların oluşturduğu girişim çizgilerinin sayısı,**

I. Kaynaklar arası uzaklık

II. Su dalgalarının frekansı

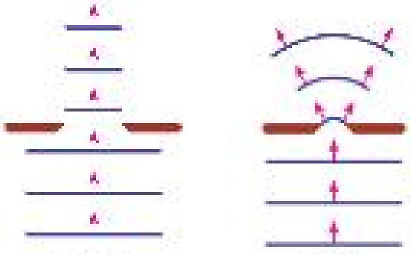
III. Dalga leğenindeki suyun derinliği

**verilenlerinden hangilerinin artması ile artar?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II D) I ve III E) I, II ve III

Fırat Yayınları

**4.** Bir dalga leğeninde oluşturulan doğrusal su dalgaları, engeller arasından geçtikten sonra Şekil - I deki gibi yayılıyor.



Şekil - I Şekil - II

**Buna göre; doğrusal su dalgalarının engelden geçtikten sonra Şekil - II deki gibi yayılabilmesi için;**

I. Dalga leğenine su eklemek.

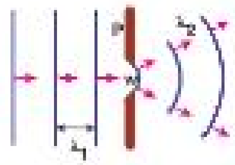
II. Engeller arasındaki uzaklığı azaltmak.

III. Kaynağın frekansını artırmak.

**İşlemlerinden hangileri tek başına yapılabilir?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II D) II ve III E) I, II ve III

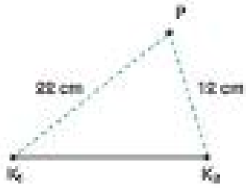
**5.** Derinliği sabit olan dalga leğeninde, engeller arasındaki uzaklığın w olduğu dar P aralığına, $\lambda_1$ dalga boylu doğrusal su dalgaları gönderildiğinde, P aralığını geçen dalgalar şekildeki gibi yayılıyorlar.




**P aralığını geçen dalgaların dalga boyu $\lambda_2$ olduğuna göre; w, $\lambda_1$ ve $\lambda_2$ arasındaki ilişki nedir?**

A) $w > \lambda_1 > \lambda_2$ B) $w > \lambda_2 > \lambda_1$ C) $\lambda_1 > w > \lambda_2$ D) $\lambda_1 = \lambda_2 > w$ E) $w = \lambda_1 > \lambda_2$

**6.** Derinliği her yerde aynı olan bir dalga leğeninde eşit frekansta ve aynı anda çalışan şekildeki özdeş $K_1$ ve $K_2$ dalga kaynakları 4 cm dalga boylu dalgalar üretmektedir.




**Buna göre, P noktasının yeri için ne söylenebilir?**

A) 2. düğüm çizgisi üzerindedir.

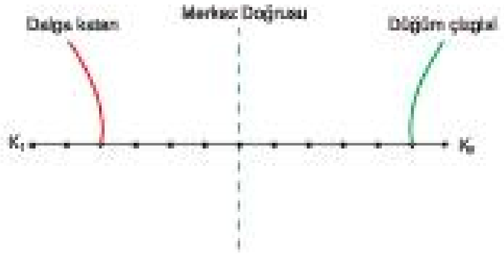
B) 3. düğüm çizgisi üzerindedir.

C) 3. katar çizgisi üzerindedir.

D) 4. düğüm çizgisi üzerindedir.

E) 5. katar çizgisi üzerindedir.

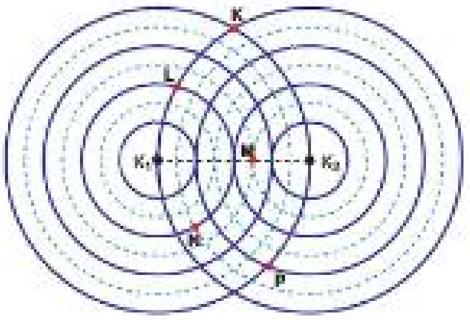
**7.** Aynı frekansta çalışan özdeş $K_1$, $K_2$ dalga kaynakları, derinliği sabit dalga leğeninde aynı anda çalıştırıldığında $K_1$ kaynağına en yakın dalga katarı, $K_2$ kaynağına en yakın düğüm çizgisi şekildeki gibidir.




**Noktalar arası uzaklıklar eşit olduğuna göre, kaynaklar arasında kaç tane dalga katarı, kaç tane de düğüm çizgisi oluşmuştur?**

| | Dalga katarı | Düğüm çizgisi |
|---|---|---|
| A) | 5 | 6 |
| B) | 7 | 6 |
| C) | 3 | 4 |
| D) | 4 | 3 |
| E) | 6 | 6 |

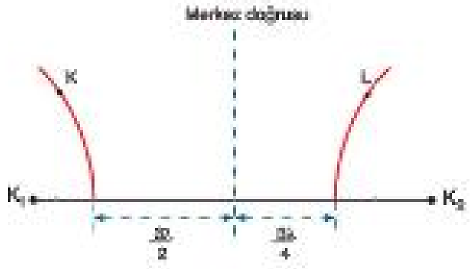
**8.** Derinliği her yerde aynı olan bir dalga leğeninde aynı fazda çalışan özdeş iki kaynağın oluşturduğu girişim deseni şekildeki gibidir.




**Buna göre; K, L, M, N ve P noktalarından hangisi bir düğüm noktasıdır?**

A) K B) L C) M D) N E) P

**9.** Aynı anda titreşen özdeş $K_1$ ve $K_2$ kaynaklarının ürettiği su dalgalarının girişim desenindeki bazı girişim çizgileri şekildeki gibidir.




**Kaynakların ürettiği dalgaların dalga boyu λ olduğuna göre, K ve L noktaları hangi girişim çizgisi üzerindedir?**

| | K noktası | L noktası |
|---|---|---|
| A) | 3. dalga katarı | 3. düğüm çizgisi |
| B) | 3. düğüm çizgisi | 2. düğüm çizgisi |
| C) | 3. dalga katarı | 2. düğüm çizgisi |
| D) | 2. dalga katarı | 2. düğüm çizgisi |
| E) | 3. dalga katarı | 2. dalga katarı |

Test - 1 1-C 2-E 3-C 4-C 5-D 6-B 7-A 8-D 9-C

**1.** Işığın tek yarıkta kırınımı deneyinde yarığa yeşil ve mavi renkli paralel ışık demetleri gönderiliyor.

**Buna göre, beyaz perde üzerindeki aydınlık saçaklarda,**

I. Cyan

II. Mavi

III. Beyaz

**renklerinden hangisi oluşur?**
(Yeşil + Mavi = Cyan)

A) Yalnız III B) Yalnız I C) I ve II D) II ve III E) I, II ve III

**2.** **Işığın tek yarıkta kırınımı deneyinde perdede oluşan girişim desenindeki saçak genişliğini;**

I. Işık şiddeti

II. Yarık düzlemi ile ekran arasındaki saydam ortamın indisi

III. Yarık genişliği

**niceliklerinden hangilerinin artması <u>değiştirmez</u>?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) II ve III

**3.** Tek renkli ışık kaynakları kullanılarak yapılan bir Young deneyinde $\lambda_1$, $\lambda_2$, $\lambda_3$ dalga boylu ışıklar kullanıldığında perde üzerindeki bir P noktasında sırasıyla 2. aydınlık, 1. aydınlık ve 1. karanlık saçaklar oluşuyor.

**Buna göre; $\lambda_1$, $\lambda_2$, $\lambda_3$ arasındaki ilişki nedir?**

A) $\lambda_1 < \lambda_2 < \lambda_3$
B) $\lambda_3 < \lambda_2 < \lambda_1$
C) $\lambda_2 < \lambda_3 < \lambda_1$
D) $\lambda_2 < \lambda_1 < \lambda_3$
E) $\lambda_3 < \lambda_1 < \lambda_2$

**4.** Tek renkli ışık kaynakları kullanılarak yapılan Young deneyinde kırmızı, yeşil, mavi renkli ışıklarla deney ayrı ayrı yapıldığında perde üzerinde ardışık iki aydınlık saçak arası uzaklık $\Delta x_K$, $\Delta x_Y$, $\Delta x_M$ olarak ölçülüyor.

**Buna göre; $\Delta x_K$, $\Delta x_Y$, $\Delta x_M$ arasındaki ilişki nedir?**

A) $\Delta x_K > \Delta x_Y > \Delta x_M$
B) $\Delta x_K > \Delta x_M > \Delta x_Y$
C) $\Delta x_M > \Delta x_Y > \Delta x_K$
D) $\Delta x_Y > \Delta x_M > \Delta x_K$
E) $\Delta x_K = \Delta x_Y = \Delta x_M$

**5.** **Doppler olayı**

I. Enine dalgalar

II. Boyuna dalgalar

III. Elektromanyetik dalgalar

**yukarıda verilen dalga türlerinden hangilerinde gözlenebilir?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) I, II ve III

**6.** Yatay yolda bulunan Timur, Serdar ve sirenini çalan bir ambulans şekildeki gibi verilen oklar yönlerinde sabit hızlarla hareket etmektedir.

**Buna göre,**

I. Timur'un duyduğu siren sesi Serdar' ın duyduğuna göre daha incedir.

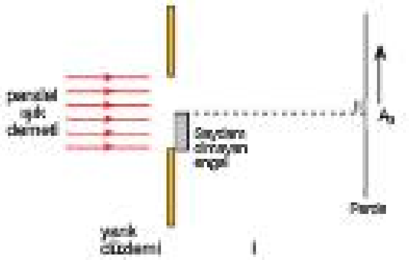
II. Serdar' ın duyduğu siren sesi giderek kalınlaşmaktadır.

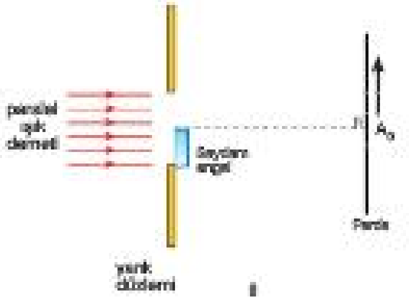
III. Timur' a göre siren sesinin dalga boyu giderek artmaktadır.

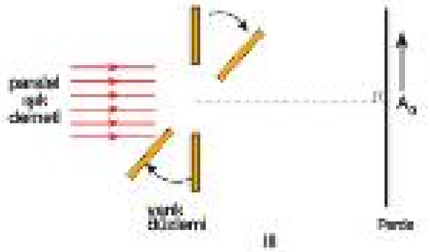
**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) II ve III

**7.** Işığın tek yarıkta kırınımı deneyinde, şekildeki gibi I de yarık önüne saydam olmayan engel konurken II de saydam bir engel konuluyor. III te ise yarık düzlemi bir miktar döndürülüyor.



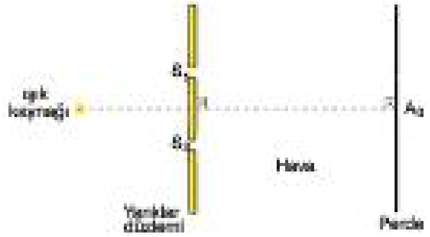



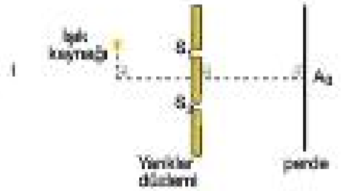

**Buna göre, hangi düzenekte merkezi aydınlık saçak $A_0$ <u>kesinlikle</u> ok yönünde kayar?**

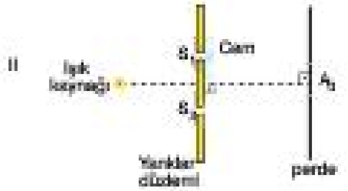
A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II
D) II ve III E) I ve III

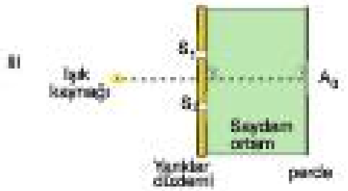
**8.** Şekildeki düzenekte hava ortamında çift yarıkta girişim deneyi yapılıyor.




Deneyde numaralandırılmış şekillerdeki gibi değişiklikler yapılarak saçak genişliğinin azalması amaçlanıyor.




**Buna göre, hangi şekilde deneyin amacına ulaşılır?**

A) I ve II B) I ve III C) II ve III
D) I, II ve III E) Yalnız III

FT Yayınları

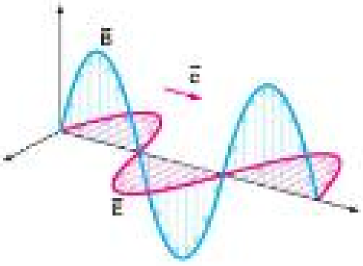
Test - 2 1-C 2-A 3-A 4-A 5-E 6-D 7-A 8-E

# ELEKTROMANYETİK DALGALAR

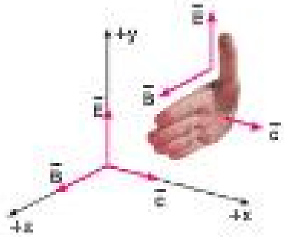
## ELEKTROMANYETİK DALGALARIN ORTAK ÖZELLİKLERİ

1864 yılında Maxwell, zamanla değişen elektrik ve manyetik alanların birbirini doğurduğunu söylemiş, bunun sonucunda uzayda dalga formunda ve ışık hızıyla yayılan elektromanyetik dalgaların oluştuğunu keşfetmiştir.

- Durgun bir yük, etrafında sadece elektrik alan oluşturur.
- Sabit bir hızla hareket eden bir yük, sabit bir akım meydana getirir. Bu durumda hem elektrik hem de manyetik alan oluşur. Ancak elektrik ve manyetik alanın büyüklüğü değişmediği için elektromanyetik dalga oluşmaz.
- Elektromanyetik dalganın oluşması için şiddetlerindeki artışın ve azalışın periyodik olarak birbirini takip ettiği, değişken elektrik ve manyetik alanlar oluşturulmalıdır. Bu da ancak ivmeli hareket yaptırılan yükler sayesinde gerçekleşir.
  - Bir antenin tellerine, alternatif gerilim uygulandığında, teldeki yükler titreşim hareketi yaparlar. Titreşim hareketi ivmeli bir hareket olduğundan telden etrafa elektromanyetik dalga yayılır.
- Elektromanyetik dalganın elektrik alan, manyetik alan ve ilerleme doğrultusu şekildeki gibi birbirine diktir. Bu özellik elektromanyetik dalgaların **enine dalga** olduğunun göstergesidir.




- Elektromanyetik dalgaların ilerleme yönü sağ el kuralı ile bulunur. Sağ elin beş parmağı elektrik alanın yönünü, açılan dört parmak manyetik alanın yönünü gösterirse, avuç içi yayılma yönünü gösterir.




- Elektromanyetik dalganın özellikleri aşağıdaki gibidir.
  - Yüklü parçacıkların ivmeli hareket yapması sonucu oluşur.
  - Doğrusal yolla yayılır.
  - Elektrik ve manyetik alan bileşenleri eş zamanlı artar ve azalır.
  - Enine dalgadır.
  - Elektrik alanı, manyetik alan ve ilerleme doğrultuları birbirine diktir.
  - Elektrik alanın büyüklüğü manyetik alanın büyüklüğüyle ışık hızının çarpımına eşittir.

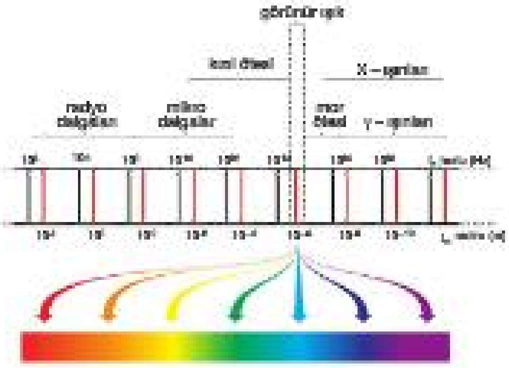
$$E = B.c$$

  - Boşlukta ışık hızıyla yayılırlar.
  - Enerji taşır, bu enerjiyi soğuran yüzeylerde ısınmaya neden olur.
  - Yansıma, kırılma ve girişim gibi dalga olaylarını gerçekleştirir.
  - Yüksüzdür. Bu nedenle elektrik ve manyetik alanda sapmaz.
  - Polarize edilebilir (Kutuplanabilir).
  - Enerjisi frekansı ile doğru orantılı, dalga boyu ile ters orantılıdır. Enerji E, frekans f, dalga boyu λ ve ışık hızı c ise, bir elektromanyetik dalganın enerjisi aşağıdaki formüllerle hesaplanır. (h; Planck sabiti)

$$E = h.f \quad \text{ya da} \quad E = h.\frac{c}{\lambda}$$

### Elektromanyetik Spektrum

Elektromanyetik dalgaların frekans ve dalga boylarına göre sıralandığı şekildeki çizelgeye elektromanyetik spektrum (tayf) denir.




- Şekilde frekans ve dalga boylarına göre, elektromanyetik dalgalar gösterilmiştir.
- Spektrumda soldan sağa doğru gidildikçe elektromanyetik dalgaların frekansı ve enerjisi artar. Dalga boyu ise azalır.

## Örnek - 1

**Elektromanyetik dalgalarla ilgili,**

I. Boşlukta ışık hızı ile yayılırlar.
II. Elektrik ve manyetik alan bileşenleri eş zamanlı artar ve azalırlar.
III. Elektrik yükü taşırlar.

**yargılarından hangileri doğrudur**

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

## Çözüm

Bütün elektromanyetik dalgalar boşlukta $c = 3.10^8$ m/s büyüklüğündeki ışık hızı ile yayılırlar.

(I.Doğru)

Elektromanyetik dalgalar, birbirinin oluşmasını sağlayan, aynı anda değişen elektrik ve manyetik alanlardan oluşur. Elektrik ve manyetik alanın değişimi aynı anda artma ve aynı anda azalma şeklindedir.

(II.Doğru)

Elektromanyetik dalgalar sadece enerji taşırlar. Madde ve elektrik yükü taşımazlar.

(III.Yanlış)

Cevap B

## Örnek - 2

**Elektromanyetik dalgalarla ilgili,**

I. Enerji taşırlar.
II. Enerjileri frekansları ile doğru orantılıdır.
III. Elektrik ve manyetik alan içinden geçerken hızları artar.

**yargılarından hangileri doğrudur**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

## Çözüm

Bütün elektromanyetik dalgalar enerji taşırlar.

(I.Doğru)

Enerjileri, f frekans, h planck sabiti olmak üzere $E = h.f$ bağıntısı ile hesaplanır. Görüldüğü gibi elektromanyetik dalganın enerjisi frekans ile doğru orantılıdır.

(II.Doğru)

Elektromanyetik dalgalar, elektrik ve manyetik alanların içinden geçirildiklerinde bu alanlarla etkileşmeden, sapmaya uğramadan, hızlarında bir değişiklik olmadan geçerler.

(III.Yanlış)

Cevap C

Fi Yayınları

## Örnek - 3

Bir radyo istasyonu, 100 MHz frekansta radyo dalgaları yaymaktadır.

**Buna göre, yayınlanan radyo dalgalarının dalga boyu kaç metre dir?**
($c = 3.10^8$ m/s; 1MHz = $10^6$ Hz tir.)

A) 1 B) 3 C) 10 D) 30 E) 300

## Çözüm

$c = \lambda.f$ ifadesinden dalga boyu hesaplanır.

$f = 100$ MHz $= 100.10^6$ Hz $= 1.10^8$ Hz olur.

Buna göre,

$3.10^8 = \lambda.1.10^8 \Rightarrow \lambda = 3$ m bulunur.

Cevap B

## Örnek - 4

Bir elektromanyetik dalga kaynağının oluşturduğu elektromanyetik dalganın elektrik alan bileşeninin şiddeti 300 N/C dur.

**Buna göre, dalganın manyetik alan bileşeninin şiddeti kaç T dır?**
($c = 3.10^8$ m/s)

A) $1.10^{-6}$ B) $2.10^{-6}$ C) $3.10^{-6}$
D) $4.10^{-6}$ E) $6.10^{-6}$

## Çözüm

$E = B.c$ ifadesinden,

$300 = B.3.10^8$ olur.

Buradan da,

$B = 1.10^{-6}$ T bulunur.

Cevap A

**1.**
- Gözle görülebilir.
- Enine dalgadır.
- Taşıdıkları enerji aynıdır.
- Elektrik ve manyetik alanda sapmazlar.
- Kutuplanabilir.

**Yukarıdaki özelliklerden kaç tanesi bütün elektromanyetik dalgaların ortak özelliği <u>değildir</u>?**

A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 5

**2. Elektromanyetik dalgalar ile ilgili,**

I. Boşlukta ışık hızı ile hareket ederler.

II. Frekansları arttıkça dalga boyları da artar.

III. Dalga boyları arttıkça enerjileri de artar.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

**3. Elektromanyetik dalgalar ile ilgili,**

I. Enine dalgadırlar.

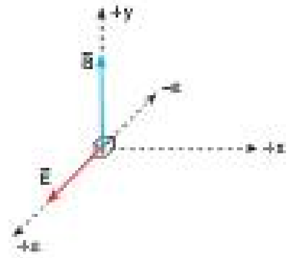
II. İlerleme yönleri sağ el kuralı ile bulunur.

III. Elektrik alan, manyetik alan ve yayılma doğrultuları birbirine diktir.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II D) I ve III E) I, II ve III

**4.** Şekildeki elektromanyetik dalganın, $\vec{E}$ elektrik alan bileşeni + z yönünde, $\vec{B}$ manyetik alan bileşeni de + y yönündedir.

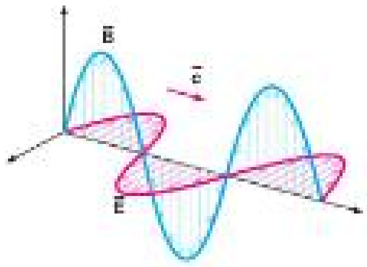



**Buna göre, bu elektromanyetik dalganın yayılma yönü nedir?**

A) + x B) – y C) – x D) – z E) + y

...rf Yayınları

**5.** Bir elektromanyetik dalga kaynağının ürettiği şekildeki elektromanyetik dalganın sadece elektrik alan bileşeninin şiddeti E artırılıyor.




**Buna göre,**

I. Manyetik alan bileşeninin şiddeti B de artar.

II. $\frac{E}{B}$ oranı değişmez.

III. Dalganın yayılma hızının büyüklüğü değişmez.

**yargılardan hangileri doğrudur?**

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

**6.** **Elektromanyetik dalgaların taşıdıkları enerji ile ilgili,**

I. Frekansları ile doğru orantılıdır.

II. Dalga boyları ile ters orantılıdır.

III. Maddeler tarafından soğurulduklarında maddenin sıcaklığının artmasını sağlayabilir.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve III
D) I ve II E) I, II ve III

**7.** **Elektromanyetik dalgaların özellikleri ile ilgili aşağıda verilen bilgilerden hangisi doğrudur?**

A) Yansıma yapmazlar.
B) Dalga boyları büyüdükçe taşıdıkları enerji artar.
C) Sadece boşlukta yayılırlar.
D) Kutuplanma özelliğine sahiptirler.
E) Boyuna dalga özelliği gösterirler.

**8.** **Elektromanyetik dalgalar ile ilgili;**

I. Taşıdıkları enerjiye göre mekanik dalga çeşitidirler.

II. Doğrusal olarak yayılırlar.

III. Kırınım olayını gerçekleştirirken kırılma olayını gerçekleştiremezler.

IV. Elektrik ve manyetik alanın içinden geçirildiklerinde sapmaya uğramazlar.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) I ve II B) III ve IV C) II ve IV
D) I, II ve III E) II, III ve IV

**9.** **Elektromanyetik dalgaların oluşumu ile ilgili,**

I. Elektrik yüklerinin sabit hızla hareket etmesi ile oluşur.

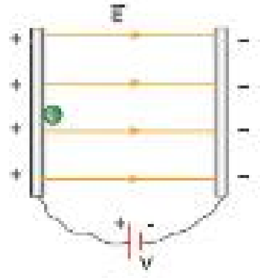
II. Elektrik yüklerinin ivmeli hareket etmeleriyle oluşur.

III. Değişen elektrik alan manyetik alanı, değişen manyetik alan da elektrik alanı oluşturması ile birbirine dik iki alandan oluşur.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

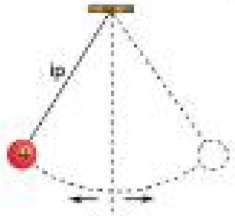
A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) II ve III E) I ve III

**10.** Şekil - I de sürtünmesiz yatay düzlemde yüklü paralel levhaların arasına + yüklü bir cisim serbest bırakılıyor; Şekil - II de bir yay sarkacına bağlanan çubuk mıknatısa basit harmonik hareket yaptırılıyor; Şekil - III te ise + yüklü bir cisim ile oluşturulan basit sarkaçta cisme basit harmonik hareket yaptırılıyor.



Şekil - I

Şekil - II



Şekil - III

**Buna göre, hangi düzenekte oluşan hareket sonucu dışarıya elektromanyetik dalga yayınlanır?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) I, II ve III

Fi Yayınları

| Test - 3 | 1-B | 2-A | 3-E | 4-C | 5-E | 6-E | 7-D | 8-C | 9-D | 10-D |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

**1.**
- Ses dalgaları
- Mikrodalgalar
- Radyo Dalgaları
- Deprem Dalgaları
- Gama Işınları

**Yukarıdakilerden kaç tanesi elektromanyetik dalgadır?**

A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 5

**2.**
- Yiyecekleri pişirmek veya ısıtmak amacı ile evlerde kullanılır.
- Trafikte seyir halindeki araçların hızlarının belirlenmesi amacı ile kullanılır.
- Uçakların takibinde kullanılmak üzere radarlardan yayınılır.

**Yukarıda kullanım alanları verilen bir elektromanyetik dalga, elektromanyetik dalga spektrumunda hangi bölge içinde kalır?**

A) Radyo dalgası B) Mikrodalga
C) X - ışınları D) Görünür bölge
E) Kızılötesi dalga

**3.** **Aşağıdaki elektromanyetik dalgalardan hangisi tıpta kanserli hücrelerin yok edilmesinde kullanılır?**

A) Gama Işınları
B) Morötesi Dalgalar
C) Görünür bölge dalgaları
D) Kızılötesi Dalgalar
E) Radyo dalgaları

**4.** **Elektromanyetik dalgalar ve ses dalgaları ile ilgili,**

I. Enerji taşırlar.
II. Boşlukta yayılırlar.
III. Enine dalgadırlar.

**özelliklerinden hangisi her ikisi için de söylenebilir?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

**5.** İnsan gözünün elektromanyetik dalgalar içerisinde görebildiği kısmına görünür bölge denilmektedir.

**Buna göre, görünür bölge içerisindeki ışıklardan hangisinin dalga boyu en küçüktür?**

A) Kırmızı ışık
B) Mor ışık
C) Sarı ışık
D) Mavi ışık
E) Yeşil ışık

**6.** **Aşağıdaki cihazlardan hangisi elektromanyetik dalgayı algılamak için tasarlanmıştır?**

A) Mikrodalga fırın
B) Radyoteleskop anteni
C) Televizyon kumandası
D) Röntgen cihazı
E) Ultrason

Fi! Yayınları

7. Günlük hayatta X - ışınları bir çok alanda kullanılır.

**Buna göre, aşağıda yapılan işlemlerden hangisinde X - ışınları <u>kullanılmaz</u>?**

A) İnsan vücudunun bir bölgesinin kesit görüntüsünün çıkarılması.
B) Ameliyathane ve diş kliniklerinde kullanılan malzemelerin mikroplardan arındırılması.
C) Bazı kanser türlerinin tedavilerinde kanserli hücrelerin yok edilmesi.
D) Hava alanlarındaki kontrol noktalarında valiz ve çantaların içinin görüntülenmesi.
E) Katı kristal yapının detaylarının ortaya çıkarılması.

8. **Aşağıdaki elektromanyetik dalga kaynaklarının hangisinden morötesi dalgalar yayınlanır?**

A) Trafik radarı
B) Televizyon vericisi
C) Televizyon kumandası
D) Röntgen cihazı
E) Güneş

9. **Gece görüş dürbünleri ile termal kameraların algıladığı elektromanyetik dalgalar ile ilgili,**

I. İnsan gözünün görebildiği dalgalardır.
II. Dalga boyları radyo dalgalarınınkinden küçüktür.
III. Frekansları, morötesi dalgalardan küçüktür.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) II ve III

10. **Elektromanyetik dalga spektrumuna göre aşağıdaki elektromanyetik dalgalardan hangisinin enerjisi en büyüktür?**

A) Morötesi Dalgalar
B) Radyo Dalgaları
C) Gama Işınları
D) Kızılötesi Dalgalar
E) Mikrodalgalar

11. Hastanelerin radyoloji servislerinin girişlerinde bulunan levhalarda X - ışını cihazı uyarısı yapılarak hamileler ve çocuklar için tehlikeli olduğu vurgulanır.

**Buna göre, X - ışınlarının hamileler ve çocuklar için tehlikeli olmasına sebep olarak,**

I. Enine dalga olmaları,
II. Yüksek enerjili olmaları,
III. Vücut içinden geçebilmeleri,

**yukarıdakilerden hangileri gösterilebilir?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) II ve III E) I ve III

Fi Yayınları

12. Aylin, İzmir' de yaşayan teyzesine bayram tebriği olarak cep telefonundan kısa mesaj yazıp gönderiyor.

**Buna göre,**

I. Aylin' in mesajı radyo dalgaları ile teyzesine taşınmıştır.
II. Mesaj teyzesine ışık hızı ile iletilmiştir.
III. Cep telefonu bir elektromanyetik dalga kaynağıdır.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III

Test - 4 1-C 2-B 3-A 4-A 5-B 6-B 7-B 8-E 9-E 10-C 11-D 12-E

## ÜNİTE TARAMA

**Test - 5**

**1.** Sabit derinlikli bir dalga leğeninde, özdeş kaynaklarla yapılan girişim deneyinde, oluşturulan girişim desenindeki merkez doğrusunun herhangi bir tarafında oluşan düğüm çizgi sayısı 3 tür.

**Buna göre, aynı tarafta oluşan düğüm çizgi sayısının 4 tane olması için;**

I. Dalgaların genliğini artırmak.

II. Dalgaların frekansı artırmak.

III. Dalga leğenindeki su derinliğini artırmak.

**I, II ve III ile verilenlerden hangileri tek başına yapılabilir?**

A) Yalnız II
B) Yalnız III
C) I ve II
D) II ve III
E) I ve III

**2.** Işığın gerçekleştirdiği bazı olaylardan yola çıkarak ışığın dalga doğasına sahip olduğu çıkarımı yapılabilir.

**Buna göre,**

I. Çift yarık üzerine düşürülen ışığın ekranda aydınlık ve karanlık saçaklar oluşturması.

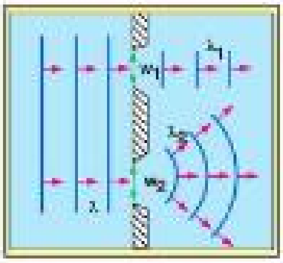
II. Tek yarık üzerine düşürülen ışığın ekranda aydınlık ve karanlık saçaklar oluşturması.

III. Karanlık bir ortamda saydam olmayan bir cismin üzerine ışık düşürüldüğünde perdede karanlık bir bölgenin oluşması.

**yukarıdaki olaylardan hangileri ile ışığın dalga doğasına sahip olduğu sonucuna ulaşılır?**

A) Yalnız I
B) Yalnız II
C) I ve II
D) I ve III
E) II ve III

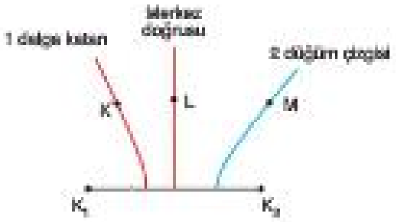
**3.** Sabit derinlikli bir dalga leğeninde, λ dalga boylu doğrusal su dalgaları, engeller arasındaki yarıklara gönderildiğinde, şekildeki gibi yarıklardan geçiyorlar.




**Yarık genişlikleri $w_1$, $w_2$; yarıkları geçen dalgaların dalga boyları $\lambda_1$, $\lambda_2$ olduğuna göre; aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?**

A) $w_1 > w_2$
B) $w_1 > \lambda_1$
C) $\lambda_1 = \lambda_2$
D) $w_2 > \lambda_2$
E) $\lambda_1 > w_2$

**4.** Aynı frekansta çalışan özdeş $K_1$ ve $K_2$ dairesel dalga kaynaklarının oluşturduğu girişim desenindeki 1. dalga katarı, 2. düğüm çizgisi ve merkez doğrusunun üzerindeki K, L, M girişim noktaları şekildeki gibidir.

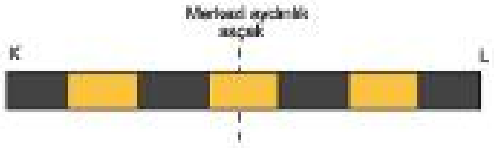



**Buna göre; K, L, M noktalarında oluşan girişim noktalarının titreşim genlikleri $r_K$, $r_L$, $r_M$ arasındaki ilişki nedir?**

A) $r_K = r_L = r_M$
B) $r_K = r_L > r_M$
C) $r_K > r_L = r_M$
D) $r_K > r_L > r_M$
E) $r_L > r_M > r_K$

Fr Yayınları

**5.** Fizik laboratuvarında ışığın çift yarıkta girişimi deneyini anlatan Fizik öğretmeni Hasan Bey, karanlık ortamda yaptığı deneyde perde üzerinde KL noktaları arasında Şekil - I deki gibi aydınlık ve karanlık saçakların oluşmasını sağlıyor. Daha sonra ise deney düzeneğinde bazı değişiklikler yaparak perdede oluşan aydınlık ve karanlık saçakların Şekil - II deki gibi oluşmasını sağlıyor.




Şekil - I

Şekil - II

**Buna göre, Fizik öğretmeni Hasan Bey deney düzeneğinde hangi değişikliği yapmış olabilir?**

A) Yarıklardan birinin önüne cam plaka koymuştur.

B) Yarıklar arasındaki uzaklığı azaltmıştır.

C) Işık kaynağını yarık düzlemine paralel hareket ettirmiştir.

D) Yarık düzlemini perdeye yaklaştırmıştır.

E) Yarık düzlemini bir miktar döndürmüştür.

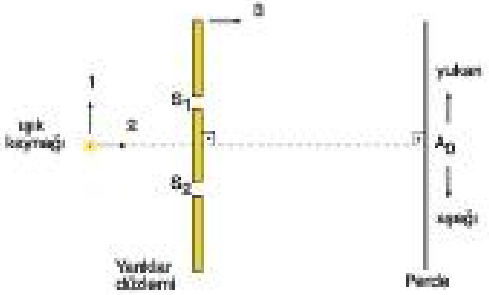
**6.** Sarı ışık yayan bir yıldızı Dünya' dan gözlemleyen bir araştırmacı yıldızın Dünya' dan uzaklaştığını keşfediyor.

**Buna göre; araştırmacı, kendisine ulaşan ışığın rengini aşağıda verilen hangi renkte görebilir?**

A) Kırmızı B) Sarı C) Yeşil

D) Mavi E) Mor

**7.** Şekildeki çift yarıkla yapılan girişim deneyinde, ışık kaynağı 1 ve 2, yarıklar düzlemi ise 3 yönünde hareket ettiriliyor.




**Buna göre, aşağıdakilerden hangisi <u>gerçekleşmez</u>?**

A) Işık kaynağı 1 yönünde hareket ettirilirken $A_0$ aşağı kayar.

B) Işık kaynağı 2 yönünde hareket ettirilirken $A_0$ yukarıya kayar.

C) Yarıklar düzlemi 3 yönünde hareket ettirilirken saçak genişliği azalırken $A_0$ kaymaz.

D) Işık kaynağı 2 yönünde hareket ettirilirken aydınlık saçakların parlaklığı artar.

E) Işık kaynağı 1 yönünde hareket ettirilirken saçak genişliği değişmez.

**8.** Su derinliği her yerde aynı olan bir dalga leğeninde, eşit frekansta aynı anda çalıştırılan özdeş $K_1$, $K_2$ dalga kaynaklarından çıkan $\lambda$ dalga boylu dalgaların oluşturduğu girişim deseninde, 3. düğüm çizgisi üzerindeki P noktasının kaynaklara olan uzaklıkları $PK_1 = 32$ cm, $PK_2 = 12$ cm dir.

**Buna göre, $\lambda$ dalga boyu kaç cm dir?**

A) 3 B) 4 C) 5 D) 6 E) 8

FF Yayınları

Test - 5 1-A 2-C 3-D 4-B 5-D 6-A 7-B 8-E

**1.** I. Üzerinde iki yarığın olduğu bir düzlemin üzerine ışık düşürülünce perdede peşi sıra dizilen karanlık ve aydınlık saçaklar oluşur.

II. Karayollarında hareket eden arabaların hızı, trafik radarının yaydığı elektromanyetik dalgaların arabalardan yansıması ile ölçülür.

III. Yüksek frekanslı ses dalgaları, insan vücudu üzerine gönderildiğinde doku ve organlardan yansıyan ses dalgaları ile görüntüleme yapılır.

**Yukarıda anlatılan olayların hangilerinde, Doppler Olayının etkileri <u>gözlenmez</u>?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) II ve III E) I ve III

**2.** Elektromanyetik dalga spektrumundaki Kızılötesi dalgalar, Gama ışınları ve Mikrodalgalar' ın dalga boyları sırasıyla $\lambda_K$, $\lambda_G$, $\lambda_M$ dir.

**Buna göre; $\lambda_K$, $\lambda_G$, $\lambda_M$ arasındaki ilişki nedir?**

A) $\lambda_K = \lambda_G = \lambda_M$ B) $\lambda_G > \lambda_K > \lambda_M$ C) $\lambda_G > \lambda_M > \lambda_K$ D) $\lambda_M > \lambda_K > \lambda_G$ E) $\lambda_K > \lambda_M > \lambda_G$

**3.** Karanlık odada yapılan bir çift yarıkta girişim deneyinde, ayrı ayrı $\lambda_1$, $\lambda_2$, $\lambda_3$ dalga boylu ışıklar kullanıldığında, perdedeki bir P noktası üzerinde, sırası ile 1. aydınlık saçak, 2. karanlık saçak ve 3.aydınlık saçak oluşuyor.

**Buna göre; $\lambda_1$, $\lambda_2$, $\lambda_3$ arasındaki ilişki nedir?**

A) $\lambda_1 > \lambda_2 > \lambda_3$ B) $\lambda_3 > \lambda_2 > \lambda_1$ C) $\lambda_2 > \lambda_3 > \lambda_1$ D) $\lambda_3 > \lambda_1 > \lambda_2$ E) $\lambda_2 > \lambda_1 = \lambda_3$

**4.** Emre, fizik dersinde elektromanyetik dalga spektrumunu anlatırken bir elektromanyetik dalga için aşağıdaki bilgileri veriyor.

- Astronomide gezegen özeliklerinin belirlenmesinde kullanılır.
- Radyoaktif çekirdeklerin nükleer tepkimeleri sırasında oluşur.
- Elektromanyetik dalga spektrumunda en yüksek enerjiye sahip dalgalardır.

**Buna göre, Emre' nin bazı özelliklerini anlattığı elektromanyetik dalga aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Gama ışınları
B) X - ışınları
C) Morötesi dalgalar
D) Kızılötesi dalgalar
E) Mikrodalgalar

Yayınları

**5.** Elektromanyetik dalga çeşitlerini dalga boylarına göre sıralayan çizelgeye elektromanyetik dalga spektrumu denilmektedir.

**Elektromanyetik dalga spektrumundaki bazı dalgalar aşağıdaki gibi sıralanmıştır.**

I. Kızılötesi dalgalar
II. X - ışınları
III. Morötesi dalgalar
IV. Görünür bölge

**Buna göre, hangi iki dalga yer değiştirirse elektromanyetik dalga spektrumundaki sıralama doğru olur?**

A) II ve IV
B) II ve III
C) I ve IV
D) III ve IV
E) I ve III

**6.** **Yeşil ışıkla yapılan tek yarıkta kırınım deneyinde perdede oluşan merkezi aydınlık saçak genişliğinin artırılması için,**

I. Deneyde yeşil ışık yerine kırmızı ışık kullanmak.

II. Yarık düzlemini perdeye doğru yaklaştırmak.

III. Yarık genişliğini azaltmak.

**işlemlerinden hangileri tek başına yapılmalıdır?**

A) Yalnız I B) Yalnız III C) II ve III D) I ve II E) I ve III

**7.**

- Görünür ışık
- Morötesi dalgalar
- X - ışınları
- Gama ışınları
- Radyo dalgaları

**Yukarıdaki elektromanyetik dalgalardan kaç tanesinin insan sağlığı üzerinde zararlı etkileri vardır?**

A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 5

**8.** **Aşağıdaki elektromanyetik dalgalardan hangisi, elektrik yüklerinin iletken antenlerde ivmelendirilmeleri sonucu oluşur?**

A) Morötesi dalga
B) Gama ışınları
C) Radyo dalgası
D) Görünür bölge
E) Kızılötesi dalga

Fi! Yayınları

**9.** Elektrik ve manyetizma yasalarını matematiksel bir yapı içinde birleştirerek, ışığın bir elektromanyetik dalga olduğunu açıklayan elektromanyetik teoriyi kurmuştur.

**Buna göre; termodinamik ve astronomi ile ilgili çalışmalar da yapan İskoçyalı fizikçi aşağıdakilerden hangisidir?**

A) James Clerk Maxwell
B) Michael Faraday
C) Heinrich Hertz
D) Wilhelm Conrad Röntgen
E) Thomas Young

**10.** **Morötesi ve gama dalgaları için,**

I. Gama dalgalarının enerjisi, morötesi dalgalarınkinden daha büyüktür.

II. Morötesi dalgalar boşlukta yayılabilirken, gama dalgaları yayılamaz.

III. Her ikisi de insan sağlığına zararlı etkiye sahiptir.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

**11.** **Güneş' ten Dünya' ya gelen dalgalar ile ilgili,**

I. Enerji ve momentum taşırlar.

II. Kutuplanabilir olmaları, enine dalga olduklarını göstermektedir.

III. Elektrik alan içinde sapmadan yayılabilmeleri elektrik yükü taşımadıklarını göstermektedir.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II D) II ve III E) I, II ve III

| Test - 6 | 1-A | 2-D | 3-A | 4-A | 5-A | 6-E | 7-C | 8-C | 9-A | 10-C | 11-E |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

# Test - 1

## Çözüm 1

Doğrusal su dalgaları,dar yarıklardan geçişleri sırasında kırınıma uğrarlar ve bükülerek dairesel dalgalar şeklinde yayılırlar.

(I.Doğru)

Kırınım, doğrusal su dalgasının dalga boyunun yarık genişliğinden büyük olması durumunda ya da keskin kenarları olan bir engelin yanından geçerken meydana gelir.

(II.Doğru)

Kırınıma uğrayan su dalgalarının sadece görünümünde değişiklik oluşur. Dalgaların frekansında ve dalga boyunda bir değişiklik olmaz.

(III.Yanlış)

Cevap C

## Çözüm 2

$K_1$ ve $K_2$ kaynaklarından yayılan su dalgaları birbirleri ile karşılaştıkları zaman girişim meydana getirirler.

Girişimin oluştuğu noktalardan geçirilen hayali çizgiler ise girişim çizgisi olarak adlandırılır. Karşılaşan dalgalar,tepe ile tepe ya da çukur ile çukur ise maksimum genlikte titreşen girişim noktası oluşurken, tepe ile çukur karşılaştığında titreşimsiz bir girişim noktası oluşur.

Maksimum genlikte titreşen girişim noktalarından katar çizgisi, titreşimsiz girişim noktalarından ise düğüm çizgisi geçer. Buna göre;

Merkez doğrusu üzerinde daima dalgaların tepe ile tepesi ve çukur ile çukuru karşılaşır. Bundan dolayı maksimum titreşimli girişim noktaları oluşur. Bu noktalardan da katar çizgisi geçer.

(I.Doğru)

Düğüm çizgileri, dalgaların birbirini sönümlediği, tepe ve çukurların üst üste gelmesi ile oluşan titreşimsiz noktalardan geçer.

(II.Doğru)

İki dalga çukurunun üst üste binmesi ile maksimum genlikte titreşen girişim noktaları oluşur.

(III.Doğru)

Cevap E

## Çözüm 3

Sabit derinlikli bir dalga leğeninde, aynı fazda çalıştırılan özdeş noktasal dalga kaynakları tarafından üretilen dalgaların oluşturduğu girişim çizgilerinin sayısı,

Kaynaklar arası uzaklık arttıkça artar.

(I.Doğru)

Su dalgalarının frekansı arttıkça, $v = \lambda . f$ formülünde, hız sabit iken f artırılırsa, $\lambda$ azalacağı için artar.

(II. Doğru)

Dalga leğenindeki suyun derinliği arttıkça, dalga boyu artacağı için, azalır.

(III. Yanlış)

Cevap C

## Çözüm 4

Şekil - I de engeller arasındaki aralıktan geçen doğrusal su dalgaları kırınıma uğramadan doğrusal su dalgası olarak yayılmaya devam etmişlerdir. Su dalgalarının dalga boyuna $\lambda$, aralık genişliğine w denilirse $w > \lambda$ dır.

Şekil - II de ise aynı doğrusal su dalgalarının kırınıma uğrayarak bükülmesi istenmektedir. Bunun olabilmesi için $\lambda > w$ yapılmalıdır. Yani dalga boyu artırılmalı ya da engeller arası uzaklık azaltılmalıdır. (II.Doğru)

v su dalgasının yayılma hızı, f frekansı olmak üzere, $v = \lambda . f$ dir. $\lambda$ nın artması için v artırılmalı ya da f azaltılmalıdır. (III.Yanlış)

Su dalgalarının yayılma hızının büyüklüğü derinlikle doğru orantılıdır. Dalga leğenine su eklenirse derinlik artacağı için v de artar. Bu durumda $\lambda$ da artmış olur. (I.Doğru)

Cevap C

## Çözüm 5

$\lambda_1$ dalga boylu doğrusal su dalgaları, w genişliğindeki P aralığını geçerken kırınıma uğrayarak şekildeki gibi bükülmüştür. Kırınımın oluşması için $\lambda_1 > w$ olmalıdır.

Dalgalar P aralığını geçtikten sonra da aynı derinlikteki su da yayılacağı için hızının büyüklüğü değişmez. Bundan dolayı dalga boyu da değişmez. $\lambda_2 = \lambda_1$ olur.

Buna göre, $\lambda_1 = \lambda_2 > w$ olur.

Cevap D

Fi Yayınları

## Çözüm 6

Su dalgalarının girişimi deneyinde, girişim noktasının hangi girişim çizgisi üzerinde olduğu kaynaklara olan uzaklıkları arasındaki yol farkından bulunur.

n, tam sayı; λ, dalga boyu olmak üzere girişim noktası; yol farkı;

$\Delta S = n.\lambda$ için dalga katarı,

$\Delta S = (n - \frac{1}{2}).\lambda$ için düğüm çizgisi üzerinde olur.

Buna göre; $\Delta S = 22 - 12 = 10$ cm olur.

Kaynaklar, dalga boyu $\lambda = 4$ cm olan dalgalar ürettiği için $\frac{10}{4} = 2,5$ olur.

Bu sonuç girişim noktasının düğüm çizgisi üzerinde olduğu anlamına gelmektedir. Buradan da,

$10 = (n - \frac{1}{2}).4$ ifadesinden n = 3. düğüm çizgisi bulunur.

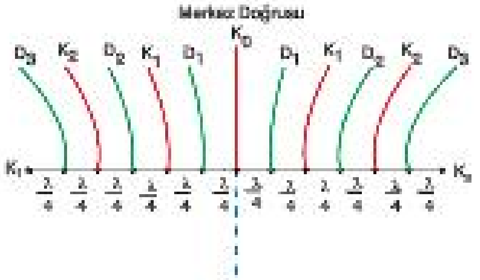
Cevap B

## Çözüm 7

Girişim çizgileri, kaynaklar arasına, dalga boyu λ olmak üzere, $\frac{\lambda}{4}$ aralıklarla dizilirler.

Kaynaklara en yakın dalga katarı ile düğüm çizgisinden anlaşılacağı üzere, noktalar arası eşit olan mesafeler $\frac{\lambda}{4}$ e eşit olur.

D düğüm çizgisi, K dalga katarı olmak üzere, girişim çizgileri şekildeki gibi yerleştirilirse, 5 tane dalga katarı, 6 tane düğüm çizgisi olduğu görülür.




Kaynaklar üzerine denk gelen dalga katarları gözlenmeyeceğinden dolayı dalga katarı sayısına eklenmez.

Cevap A

## Çözüm 8

Kaynakların oluşturduğu dairesel su dalgalarında kesikli çizgi ile çizilmiş daireler dalga çukurlarını, kesiksiz çizilmiş daireler ise dalga tepelerini göstermek üzere, düğüm noktasının oluşması için bir tepe ile bir çukurun karşılaşıp girişim oluşturması gerekmektedir.

Buna göre, aranılan nokta, kesikli ve kesiksiz çizilmiş iki dairenin kesiştiği nokta olmalıdır.

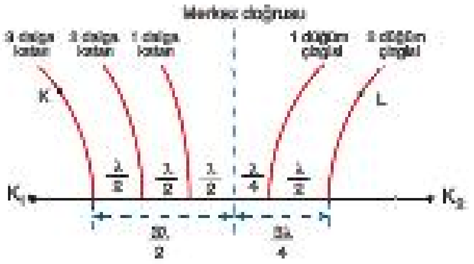
Bu şartı sağlayan nokta da N noktasıdır.

Cevap D

## Çözüm 9

Girişim çizgileri $\frac{\lambda}{4}$ aralıklar ile dizilirken, ardışık olarak gelen iki düğüm çizgisi ya da ardışık gelen iki dalga katarı arasındaki mesafe $\frac{\lambda}{2}$ olur.

Buna göre, girişim çizgileri merkez doğrusundan K ve L noktalarının üzerinde bulunduğu girişim çizgilerine doğru şekildeki gibi yerleştirilir ise,




K nin 3.dalga katarı, L nin ise 2.düğüm çizgisi üzerinde olduğu görülür.

Cevap C

## Test - 2

### Çözüm 1

Tek yarıkta yapılan ışığın kırınımı deneyinde merkezi aydınlık saçağı mavi ve yeşil ışıklar birlikte oluşturacağından dolayı merkezi aydınlık saçak cyan olarak görülür.

Saçak genişliği kullanılan ışığın dalga boyu ile doğru orantılı değişir. Yeşil ışığın dalga boyu mavi ışığın dalga boyundan daha büyük olduğundan dolayı yeşil renkte oluşan aydınlık saçaklar, mavi ışıkla oluşan aydınlık saçaklardan daha geniştir.

Bundan dolayı beyaz perdede oluşan aydınlık saçakların bazı kısımları yeşil, bazı kısımları mavi, bazı kısımları ise mavi ile yeşil saçakların çakışmasından dolayı cyan renkte oluşur ve görülür.

(I. ve II.Doğru)

Beyaz perdede aydınlık saçakların beyaz görülmesi için kırmızı ışığın da deneyde kullanılması gerekmektedir. Kırmızı ışık kullanılmadığı için aydınlık saçaklar beyaz renkte oluşmaz.

(III.Yanlış)

Cevap C

### Çözüm 2

Işığın tek yarıkta kırınımı deneyinde perdede oluşan saçak genişliği; yarık düzlemi ile ekran arasındaki saydam ortamın indisi ve yarık genişliği ile ters orantılı değişir. Bunların artması durumunda saçak genişliği azalır.

(II. ve III.Değiştirir)

Işık şiddetinin değişmesi saçak genişliğini etkilemez. Bundan dolayı ışık şiddetinin artması saçak genişliğini etkilemez.

(I.Değiştirmez)

Cevap A

### Çözüm 3

Tek renkli ışık kaynakları kullanılarak yapılan bir Young deneyinde perde üzerindeki saçakların dizilişi; $A_0$, $K_1$, $A_1$, $K_2$, $A_2$, $K_3$, $A_3$ şeklindedir.

$\lambda_1$, $\lambda_2$, $\lambda_3$ dalga boylu ışıklar kullanıldığında perde üzerindeki bir P noktasında sırasıyla 2. aydınlık, 1. aydınlık ve 1. karanlık saçaklar oluşuyorsa, gittikçe saçak aralığı artıyor demektir. Bu da kullanılan ışığın dalga boyu artırılarak gerçekleştirilebilir.

Buna göre; $\lambda_1 < \lambda_2 < \lambda_3$ tür.

Cevap A

### Çözüm 4

Işığın çift yarıkta girişimi (Young) deneyinde, perdede oluşan ardışık iki aydınlık ya da karanlık saçak arasındaki uzaklık saçak genişliği olarak adlandırılır.

Saçak genişliği, deneyde kullanılan ışığın dalga boyu ile doğru orantılı değişir. Kırmızı, yeşil, mavi ışıklardan dalga boyu en büyük olan kırmızı, en küçük olan ise mavi ışıktır.

Buna göre, bu ışıklarla oluşturulan saçak genişlikleri arasında,

$\Delta X_K > \Delta X_Y > \Delta X_M$ ilişkisi vardır.

Cevap A

### Çözüm 5

Doppler olayı, tüm dalgalarda gözlenebilmektedir.

Buna göre, enine dalgalarda, boyuna dalgalarda, elektromanyetik dalgalarda ve mekanik dalgalarda gözlenebilir.

Cevap E

### Çözüm 6

Şekilde görüldüğü gibi Timur ile ambulans birbirine doğru hareket ederken Serdar ambulansın hareketine ters yönde hareket etmektedir. Timur' a, ambulans sireninin çıkardığı ses dalgaları daha sık ulaşırken, Serdar' a ise daha seyrek ulaşır. Bundan dolayı Timur ses dalgalarının frekansını yüksek olarak işitirken, Serdar ise düşük olarak işitir. Bu olaya doppler olayı denilmektedir.

Ses dalgalarında frekans arttıkça ses ince, frekans azaldıkça ses daha kalın işitilir. Bundan dolayı, Timur' un duyduğu siren sesi, Serdar' ın duyduğundan daha incedir.

(I.Doğru)

Serdar'ın ve ambulansın hızları sabit olduğundan duyulan sesin frekansı da sürekli sabittir. Giderek kalınlaşmaz.

(II.Yanlış)

Sesin yayılma hızının büyüklüğü sabit olduğu için Timur' a göre sesin frekansı yüksek, dalga boyu ise küçüktür. Timur' un ve ambulansın hızları sabit olduğundan duyulan sesin dalga boyu da sürekli sabittir. Giderek artmaz.

(III.Yanlış)

Cevap D

Fi? Yayınları

## Çözüm 7

I. Şekilde, yarık önüne saydam olmayan engel konulunca yarık genişliği azalır. Merkezi aydınlık saçak ok yönünde kayarak şekildeki gibi oluşan yeni yarığın orta dikmesi üzerinde oluşur.

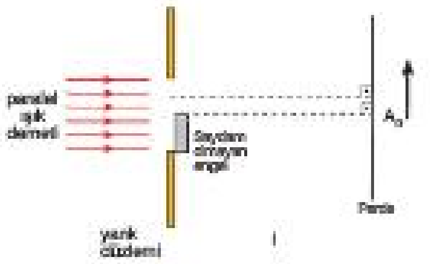
(I.Kesin Doğru)

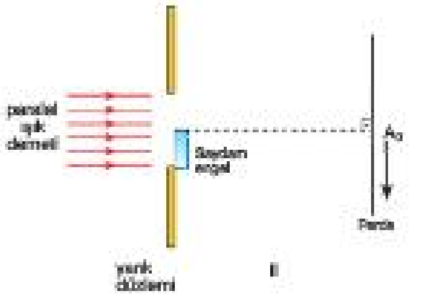
II. Şekilde, yarık önüne saydam bir engel konulunca saydam engel içinden geçen ışıkların ortalama hızı azalacağından dolayı üst kısımdan geçen ışıklara göre bir gecikme meydana gelir. Bundan dolayı da merkezi aydınlık saçak şekildeki gibi geciken tarafa doğru ok yönünde kayar.

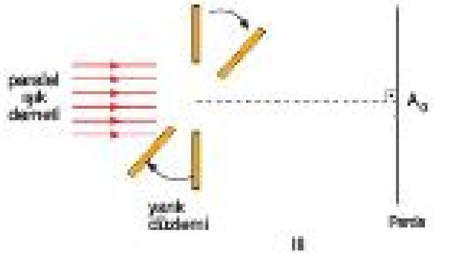
(II.Yanlış)

III.Şekilde, yarık düzlemi ok yönünde döndürüldüğü zaman merkezi aydınlık saçağın yerinin değişip değişmeyeceği hakkında kesin bir şey söylenemez.

(III.Kesin Değil)




Cevap A

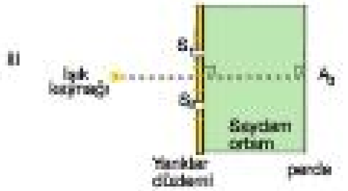
## Çözüm 8

Hava ortamında yapılan ışığın çift yarıkta girişimi deneyinde, saçak genişliğini;

kullanılan ışığın dalga boyu ve yarıklar düzlemi ile perde arasındaki uzaklık doğru orantılı, yarık genişliği ve yarıklar düzlemi ile perde arasındaki ortamın kırılma indisi ters orantılı etkiler.

Buna göre, şekildeki deney düzeneğinde,

Şekil - III teki gibi yarıklar düzlemi ile perde arasındaki hava ortamına saydam bir ortam yerleştirilir ise kırılma indisi artacağından dolayı saçak genişliği azalmış olur.




Cevap E

FF Yayınları

# Test - 3

## Çözüm 1

Elektromanyetik dalga spekturumundaki elektromanyetik dalgalardan sadece görünür bölgedekiler gözle görülebilir.

Elektromanyetik dalga spektrumunu oluşturan elektromanyetik dalgaların enerjileri birbirinden farklıdır.

Buna göre, bu iki özellik bütün elektromanyetik dalgalar için ortak bir özellik değildir.

Cevap B

## ÇÖZÜMLERİ

### Çözüm 2

Elektromanyetik dalgalar boşlukta ışık hızı ile yayılırlar.

(I.Doğru)

$c = \lambda.f$ formülüne göre, ışık hızı (c) sabit oluğu için elektromanyetik dalganın frekansı (f) artarsa, dalga boyu (λ) azalır.

(II.Yanlış)

Elektromanyetik dalgaların enerjisi,

$E = \frac{h.c}{\lambda}$ formülü ile hesaplanır.

Buna göre, dalga boyu (λ) arttıkça elektromanyetik dalganın enerjisi (E) azalır.

(III.Yanlış)

Cevap A

### Çözüm 3

Elektromanyetik dalgalar titreşim doğrultusuna göre enine dalga sınıfındandır.

(I.Doğru)

Elektromanyetik dalgaların ilerleme yönü sağ el kuralı ile bulunur

(II.Doğru)

Bir elektromanyetik dalgada elektrik alan, manyetik alan ve ilerleme doğrultusu daima birbirine diktir.

(III.Doğru)

Cevap E

### Çözüm 4

Sağ el kuralına göre, sağ elin baş parmağı, işaret parmağı ve orta parmağı birbirine dik olarak açıldığında baş parmak elektrik alanın yönünü, işaret parmağı manyetik alanın yönünü, orta parmak (avuç içi) ise ilerleme yönünü gösterir.

Buna göre, baş parmak +z, işaret parmağı +y yönünde açıldığında orta parmak −x ilerleme yönünü gösterir.

Cevap C

### Çözüm 5

Elektromanyetik dalgayı oluşturan, elektrik alan E ve manyetik alan B bileşenlerinin oranı,

$\frac{E}{B} = c$ (ışık hızı) daima sabittir.

(II. ve III.Doğru)

Bundan dolayı E artırılırsa, B nin büyüklüğü de artar.

(I.Doğru)

Cevap E

### Çözüm 6

Elektromanyetik dalgaların taşıdıkları enerji;

Frekans ile doğru orantılıdır.

(I.Doğru)

Dalga boyu ile ters orantılıdır.

(II.Doğru)

Madde, elektromanyetik dalgayı soğurduğu zaman taşıdıkları enerjiden dolayı maddenin sıcaklığının artmasını sağlarlar.

(III.Doğru)

Cevap E

### Çözüm 7

Bütün elektromanyetik dalgalar, elektrik alan bileşeninin üzerinde olduğu doğrultuyu kutuplanma doğrultusu kabul edecek şekilde kutuplanabilme (polarize olma) özelliğine sahiptir.

Cevap D

Fi' Yayınları

### Çözüm 8

Elektromanyetik dalgalar taşıdıkları enerjiye göre mekanik dalga değildirler.

(I.Yanlış)

Elektromanyetik dalgalar doğrusal olarak yayılırlar.

(II.Doğru)

Elektromanyetik dalgalar hem kırınım hem de kırılma olayını gerçekleştirirler.

(III.Yanlış)

Elektromanyetik dalgalar elektrik yükü taşımadıkları için elektrik ve manyetik alan içinden geçirildiklerinde sapmaya uğramazlar.

(IV.Doğru)

Cevap C

### Çözüm 9

Elektromanyetik dalgalar elektrik yüklerinin ivmeli hareket etmesiyle oluşur.

(I.Yanlış, II.Doğru)

Maxwell' in elektromanyetik teorisine göre değişen elektrik alan manyetik alanı, değişen manyetik alan ise elektrik alanı oluşturur.

Oluşan bu iki alanda birbirine dik olarak yayılarak elektromanyetik dalgayı oluşturur.

(III.Doğru)

Cevap D

### Çözüm 10

Elektromanyetik dalgalar, elektrik yüklerinin ivmeli hareket etmesiyle oluşur.

Buna göre, Şekil - I de sürtünmesiz yatay düzlemdeki yüklü paralel levhalardan + yüklü levhanın önüne serbest bırakılan + yüklü cisme düzgün elektrik alandan dolayı sabit elektriksel kuvvet etkir.

Yüklü cisim bu kuvvetin etkisi ile sabit ivmeyle hızlanmaya başlar. Bu durumda elektromanyetik dalga oluşur.

(I.Doğru)

Şekil - II de yay sarkacında basit harmonik hareket yapan bir mıknatıstır. Mıknatıs ivmeli hareket yapar fakat yüksüz olduğu için elektromanyetik dalga oluşmaz.

(II.Yanlış)

Şekil - III te basit sarkaçtaki + yüklü cisim basit harmonik hareket yaparken ivmeli bir hareket yapar. Bu durumda elktromanyetik dalga oluşur.

(III.Doğru)

Cevap D

FT Yayınları

## Test - 4

### Çözüm 1

Mikrodalgalar, radyo dalgaları ve gama ışınları elektromanyetik dalga spektrumu içinde olan dalgalardır.

Bundan dolayı birer elektromanyetik dalgadırlar.

Ses dalgaları ve deprem dalgaları elektromanyetik dalga değildir, birer mekanik dalgadır.

Cevap C

**Çözüm 2**

Mikrodalgalar, günlük yaşamda bir çok alanda kullanılır.

Evlerde kullanılan mikrodalga fırınlarda yiyeceklerin pişirilme işleminde, hava sahası içerisinde hareket eden uçakların takip edilmesinde ve yerinin saptanmasında, trafikte hız denetlemesinde radarlardan yayılan dalgalar hep mikrodalgalardır.

Cevap B

**Çözüm 3**

Gama ışınları, elektromanyetik dalga spektrumu içerisinde enerjisi ve frekansı en büyük, dalga boyu ise en küçük olan elektromanyetik dalgadır.

Enerjilerinin çok yüksek olması canlı dokular üzerinde büyük tahribat meydana getirir.

Bundan dolayı tıpta kanser tedavilerinde, kanserli hücrelerin yok edilmesinde kullanılır.

Cevap A

**Çözüm 4**

Bütün dalga çeşitlerinde olduğu gibi hem elektromanyetik dalgalar hem de ses dalgaları enerji taşımaktadır.

(I.Doğru)

Ses dalgaları mekanik bir dalga çeşidi olduğu için sadece maddesel ortamda yayılır. Boşlukta ses dalgaları yayılamaz, elektromanyetik dalgalar ise yayılır.

(II.Yanlış)

Ses dalgaları boyuna dalgadır, elektromanyetik dalgalar ise enine dalgadır.

(III.Yanlış)

Cevap A

**Çözüm 5**

Elektromanyetik dalga spektrumu içerisinde insan gözünün görebildiği aralık olan görünür bölge içerisine giren ışıklar yüksek dalga boyundan, düşük dalga boyuna doğru;

Kırmızı ışık, turuncu ışık, sarı ışık, yeşil ışık, mavi ışık ve mor ışıktır.

Buna göre, dalga boyu en küçük olan renkli ışık mor ışıktır.

Cevap B

**Çözüm 6**

Mikrodalga fırın, televizyon kumandası ve röntgen cihazı elektromanyetik dalga kaynağıdır.

Ultrason ise ses dalgası yayan ve ses dalgalarını elektrik sinyallerine dönüştürerek görüntüleme yapan bir cihazdır.

Radyo teleskop anteni ise uzaydan Dünya' ya ulaşan radyo dalgalarını algılamak için tasarlanmıştır.

Cevap B

**Çözüm 7**

Ameliyathane ve diş kliniklerinde kullanılan malzemelerin mikroplardan arındırılması işlemlerinde morötesi dalgalar kullanılır.

Cevap B

Fi! Yayınları

# ÇÖZÜMLERİ

## Çözüm 8

Morötesi dalgalar, Güneş gibi çok sıcak kaynaklardan yayınlanır.

Cevap E

## Çözüm 9

Gece görüş dürbünü ve termal kameraların algıladığı elektromanyetik dalga kızılötesi dalgalardır. Elektromanyetik dalga spektrumuna göre; Kızılötesi dalgalar görünür bölge içerisinde olmadığı için gözle görülemezler.

(I.Yanlış)

Dalga boyları, radyo dalgalarının dalga boyundan küçüktür.

(II.Doğru)

Enerjileri, morötesi dalgalardan daha küçük olduğu için frekansları da daha küçük olur.

(III.Doğru)

Cevap E

## Çözüm 10

Elektromanyetik dalga spektrumuna göre enerjisi en büyük olan elektromanyetik dalga gama ışınlarıdır.

Cevap C

## Çözüm 11

X - Işınlarının insan sağlığına zararlı etkilerinin olmasının sebebleri olarak;

X - Işıları yüksek enerjili elektromanyetik dalgalardandır.

(II.Doğru)

İnsan vücudu içinden yumuşak dokulardan geçerek bu dokularda yüksek enerjiden dolayı tahribatta bulunurlar.

(III.Doğru)

X- Işınları bir elektromanyetik dalga olduğu için enine dalga özelliğine sahiptir. Fakat bu özelik zararlı etkiler meydana getirmesine sebep olmaz.

(I.Yanlış)

Cevap D

## Çözüm 12

Cep telefonlarında telefonun algıladığı ve yaydığı elektromanyetik dalgalar radyo dalgalarıdır. Buna göre, Aylin' in teyzesine gönderdiği mesaj teyzesinin telefonuna radyo dalgaları ile taşınmıştır.

(I.Doğru)

Elekromanyetik dalgalar ışık hızı ile yayıldıkları için mesaj ışık hızı ile iletilmiştir.

(II.Doğru)

Cep telefonları radyo dalgası kaynağıdır.

(III.Doğru)

Cevap E

Fırat Yayınları

## Ünite Tarama - 1 (Test - 5)

### Çözüm 1

Su dalgalarının girişimi deneyinde, girişim çizgileri kaynaklar arasından geçer.

Bu çizgiler merkez doğrusundan her iki kaynağa doğru λ, su dalgalarının dalga boyu olmak üzere $\frac{\lambda}{4}$ aralıklarla dizilirler.

Buna göre, merkez doğrusunun herhangi bir tarafındaki düğüm çizgi sayısının 3 ten 4 e çıkarılması için λ azaltılmalıdır.

$v = \lambda.f$ ifadesine göre, λ; hız (v) ile doğru orantılı, kaynak frekansı (f) ile ters orantılı değişir.

Hız (v) ise derinlikle doğru orantılı değişir.

Bundan dolayı, kaynak frekansı (f) artarsa, dalga boyu (λ) azalır.

(II.Doğru)

Derinlik artırılırsa hız (v) artar ve dalga boyu (λ) artar.

(III.Yanlış)

Düğüm çizgi sayısını, su dalgalarının genliği etkilemez.

(I.Yanlış)

Ayrıca kaynaklar arasındaki uzaklığın artırılması da düğüm çizgi sayısının artmasını sağlayabilir.

Cevap A

### Çözüm 2

Üzerinde çift yarığın bulunduğu düzleme ışık düşürüldüğünde ekranda karanlık ve aydınlık saçaklar meydana gelir. Bu saçaklanma, aynı su dalgalarının girişiminde olduğu gibi, ışık dalga olarak düşünüldüğünde, tepe ve çukur şeklinde yayılan ışık dalgalarından her iki yarıktan gelen tepelerin ya da çukurların girişim yapması ile aydınlık saçaklar, birinden tepe diğerinden çukurun gelip girişim yapması ile de karanlık saçaklar oluşur şeklinde açıklanır.

Üzerinde tek yarığın olduğu düzleme gelen ışığın yarığı geçtikten sonra yukarıda ifade edildiği gibi ışık dalgalarının girişimi sonucu ekranda aydınlık ve karanlık saçaklar oluşur. Buna göre, I. ve II. öncüllerden ışığın dalga doğasına sahip olduğu çıkarımı yapılabilir.

(I. ve II.Doğru)

Karanlık bir ortamda saydam olmayan bir cismin üzerine ışık düşürüldüğünde perdede karanlık bölgenin oluşması gölge olayıdır. Bu olaydan yararlanarak ışığın dalga doğasına sahip olduğu çıkarımı yapılamaz.

(III.Yanlış)

Cevap C

### Çözüm 3

Sabit derinlikli dalga leğeninde λ dalga boylu doğrusal su dalgası $w_1$ ve $w_2$ genişliğindeki yarıklardan geçtikten sonra dalga boyu değişmez. Bundan dolayı, $\lambda = \lambda_1 = \lambda_2$ olur.

Şekilde görüldüğü gibi, doğrusal su dalgası $w_1$ genişlikli yarığı geçtiğinde kırınıma uğramadığından dolayı doğrusallığı bozulmamıştır. Yani, $w_1 > \lambda = \lambda_1$ olmalıdır.

Doğrusal su dalgası $w_2$ genişliğindeki yarığı geçtiğinde ise dalganın kırınıma uğradığı ve dalganın büküldüğü görülmektedir.

Bunun olması için de, $\lambda = \lambda_2 > w_2$ olmalıdır.

Buna göre, $w_2 > \lambda_2$ yanlıştır.

Cevap D

### Çözüm 4

Su dalgalarında girişim deneyinde oluşan girişim deseninde dalga katarı denilen çizgiler maksimum genlikli titreşimin oluştuğu girişim noktalarından (çift tepe - çift çukur) geçerken, düğüm çizgileri ise titreşimsiz noktaların oluştuğu girişim noktalarından geçer.

Merkez doğrusunun üzerinde daima dalga katarı oluşur. Buna göre, 1.dalga katarı ve merkez doğrusu üzerindeki K ve L girişim noktaları maksimum genlikte titreşimin oluştuğu noktalardır.

Bundan dolayı,

$r_K = r_L$ dir.

M noktası 2. düğüm çizgisi üzerindeki bir girişim noktası olduğu için bu nokta titreşimsiz bir noktadır.

Yani genliğin sıfır olduğu bir noktadır.

Buna göre;

$r_K = r_L > r_M$ olur.

Cevap B

Yayınları

## Çözüm 5

Fizik öğretmeni Hasan Bey, kurduğu deney düzeneğinde yaptığı değişiklik ile perdede K ve L noktaları arasında oluşan aydınlık ve karanlık saçakların saçak genişliğini azaltarak Şekil - II deki gibi saçak sayısının artmasını sağlamıştır.

Çift yarıkta girişim deneyinde saçak genişliğini; kullanılan ışığın dalga boyu, yarıklar düzlemi ile perde arasındaki uzaklık doğru orantılı etkilerken yarık genişliği ve yarıklar düzlemi ile perde arasındaki ortamın kırıcılık indisi ters orantılı etkiler.

Verilenlere göre, Fizik öğretmeni Hasan Bey, yarık düzlemini perdeye yaklaştırmış olabilir.

Cevap D

## Çözüm 7

Şekildeki gibi ışık kaynağı 2 yönünde hareket ettirildiğinde yarıklara yaklaştığından dolayı yarıklardan geçen ışık akısı artar.

Bu durumda perde üzerinde oluşan aydınlık saçakların parlaklığı artar.

Yarıklara ulaşacak ışıklar arasında gecikme olmaz.

Bu durumda $A_0$ yukarı ya da aşağı kaymaz.

Ayrıca ışık kaynağının 2 yönündeki hareketi saçak genişliğini de etkilemez.

Cevap B

Fi Yayınları

## Çözüm 6

Doppler olayına göre, bir elektromanyetik dalga kaynağı ile gözlemci birbirlerinden uzaklaşıyorken gözlemci, kendisine ulaşan dalganın frekansını azalmış, dalga boyunu ise artmış olarak algılar.

Buna göre, sarı ışık yayan ve Dünya'dan uzaklaştığını keşfeden araştırmacı yıldızdan gelen ışığın dalga boyunu artmış, frekansını ise azalmış olarak göreceğinden dolayı ışığın rengini sarı olarak algılamaz.

Dalga boyu sarı ışığın dalga boyundan daha büyük olan turuncu ya da kırmızı olarak algılar.

Verilenlere göre ışığın rengi kırmızı olabilir.

Cevap A

## Çözüm 8

Su dalgaları ile yapılan girişim deneyinde düğüm çizgisi üzerindeki bir girişim noktasının kaynaklara olan uzaklıklar arasındaki yol farkı; n tam sayı;

$\lambda$ dalga boyu olmak üzere,

Yol farkı $= (n - \frac{1}{2}) . \lambda$ ifadesinden hesaplanır.

3. düğüm çizgisi için n = 3 alınır.

$PK_1 - PK_2 = 32 - 12 = (3 - \frac{1}{2}) . \lambda$

$20 = \frac{5}{2} . \lambda$

$\lambda = 8$ cm bulunur.

Cevap E

## Ünite Tarama - 2 (Test - 6)

### Çözüm 1

Üzerinde iki yarığın olduğu bir düzleme ışık düşürüldüğünde perdede aydınlık ve karanlık saçakların oluşması ışık dalgalarının girişimi ile ilgili bir olaydır. Doppler olayının etkileri girişim olayında gözlenmez.

(I.Yanlış)

Karayollarında hareket eden arabaların hızı ölçülürken trafik radarından arabaya gönderilen elektromanyetik dalgaların frekansı ile arabaya çarpıp yansıyan elektromanyetik dalgaların frekansı arasındaki değişimden yararlanılır. Frekanstaki bu değişimde Doppler olayının etkileri gözlenir.

(II.Doğru)

Tıpta görüntülemede kullanılan yüksek frekanslı ses dalgaları insan vücuduna gönderildiğinde, organ ve dokulardan yansıyan ses dalgalarının frekanslarında da değişiklik gözlenir. Bu frekanstaki değişmeden yararlanılarak görüntüleme yapılır. Ses dalgalarının frekanslarındaki bu değişim de Doppler olayının etkileri gözlenir.

(III.Doğru)

Cevap **A**

### Çözüm 2

Elektromanyetik dalga spektrumuna göre dalga boyu büyükten küçüğe doğru;

mikrodalgalar, kızılötesi dalgalar, gama ışınları

şeklinde sıralanırlar.

Buna göre,

$\lambda_M > \lambda_K > \lambda_G$ olur.

Cevap **D**

### Çözüm 3

Karanlık ortamda yapılan çift yarıkta girişim deneyinde perde üzerindeki P noktasında oluşan saçağın cinsi ve numarası, dalga boyunun değişmesi durumunda saçak genişliğinin değişmesinden dolayı değişir.

Dalga boyu ile saçak genişliği doğru orantılı olduğundan, dalga boyu küçüldükçe saçak genişliği azalarak saçaklar merkezi aydınlık saçağa doğru küçülerek kaymaya başlarlar.

Merkezi aydınlık saçağa yakından uzağa doğru verilen saçaklar;

1.aydınlık saçak, 2.karanlık saçak, 3.aydınlık saçak olarak sıralanır.

Buna göre P noktasında 1.aydınlık saçak oluşurken 2.karanlık saçağın gelmesi daha sonra da 3.aydınlık saçağın gelmesi saçak aralığının azalması ile sağlanır.

Bunun için de dalga boyunun azaltılması gerekir.

Bundan dolayı, $\lambda_1 > \lambda_2 > \lambda_3$ olur.

Cevap **A**

### Çözüm 4

Emre' nin bazı özelliklerini anlattığı, enerjisi en büyük olan elektromanyetik dalga gama ışınlarıdır.

Cevap **A**

### Çözüm 5

Verilen elektromanyetik dalgaların elektromanyetik dalga spektrumundaki büyük dalga boyundan küçük dalga boyuna doğru; kızılötesi dalgalar, görünür bölge, morötesi dalgalar, X - ışınları şeklinde sıralanır.

Buna göre, X - ışınları (II) ile görünür bölge (IV) yer değiştirir ise sıralama doğru olur.

Cevap **A**

Yayınları

## Çözüm 6

Işığın tek yarıkta kırınımı deneyinde merkezi aydınlık saçak genişliği, perdede oluşan saçak genişliğinin daima 2 katı olmaktadır.

Deneyde saçak genişliğini etkileyen nicelikler merkezi aydınlık saçak genişliğini de etkileyecektir.

Saçak genişliği;kullanılan ışığın dalga boyu ile doğru orantılı değişir. Deneyde yeşil ışık yerine daha büyük dalga boyuna sahip kırmızı ışık kullanılırsa saçak genişliği artar.

(I.Doğru)

Saçak genişliğini, yarık düzlemi ile perde arasındaki uzaklık doğru orantılı etkiler. Buna göre, yarık düzlemi perdeye yaklaştırılırsa saçak genişliği azalır.

(II.Yanlış)

Yarık genişliği saçak genişliğini ters orantılı etkiler. Yarık genişliği azalırsa saçak aralığı artar.

(III.Doğru)

Cevap E

## Çözüm 7

Elektromanyetik dalgalardan morötesi dalgalar, X - ışınları ve gama ışınlarının insan sağlığı üzerinde ciddi zararlı etkileri bulunur.

Morötesi dalgalar insan derisinde tahribat yaparak deri kanseri riskini artırır.

X - ışınları ve gama ışınları canlı dokularda tahribat oluşturarak kanser riskini artırır.

Görünür ışık ve radyo dalgalarının insan sağlığı üzerinde zararlı etkileri yoktur.

Cevap C

## Çözüm 8

Elektromanyetik dalga spektrumu içerisinde bulunan radyo dalgaları, elektrik yüklerinin iletken antenlerde ivmelendirilmeleri sonucunda oluşturulur.

Cevap C

Fr Yayınları

## Çözüm 9

Elektromanyetik teoriyi kuran, ışığın bir elektromanyetik dalga olduğunu keşfeden,

elektromanyetik dalgaların ışık hızı ile yayıldığını bulan,

astronomi ve termodinamik alanlarında çalışmalar yapan,

İskoçyalı fizikçi James Clerk Maxwell' dir.

Cevap A

## Çözüm 10

Elektromanyetik dalga spektrumundaki en büyük enerjili dalga gama dalgalarıdır. Bundan dolayı gama dalgalarının enerjisi morötesi dalgalarınkinden daha büyüktür.

(I.Doğru)

Bütün elektromanyetik dalgalar gibi, hem morötesi dalga hem de gama dalgası boşlukta yayılırlar.

(II.Yanlış)

Morötesi ve gama dalgaları yüksek enerjili elektromanyetik dalga oldukları için insan sağlığı üzerinde zararlı etkilere sahiptirler.

(III.Doğru)

Cevap C

## Çözüm 11

Güneş bir elektromanyetik dalga kaynağıdır. Güneş' ten Dünya' ya gelen elektromanyetik dalgalarda enerji ve momentum taşırlar.

(I.Doğru)

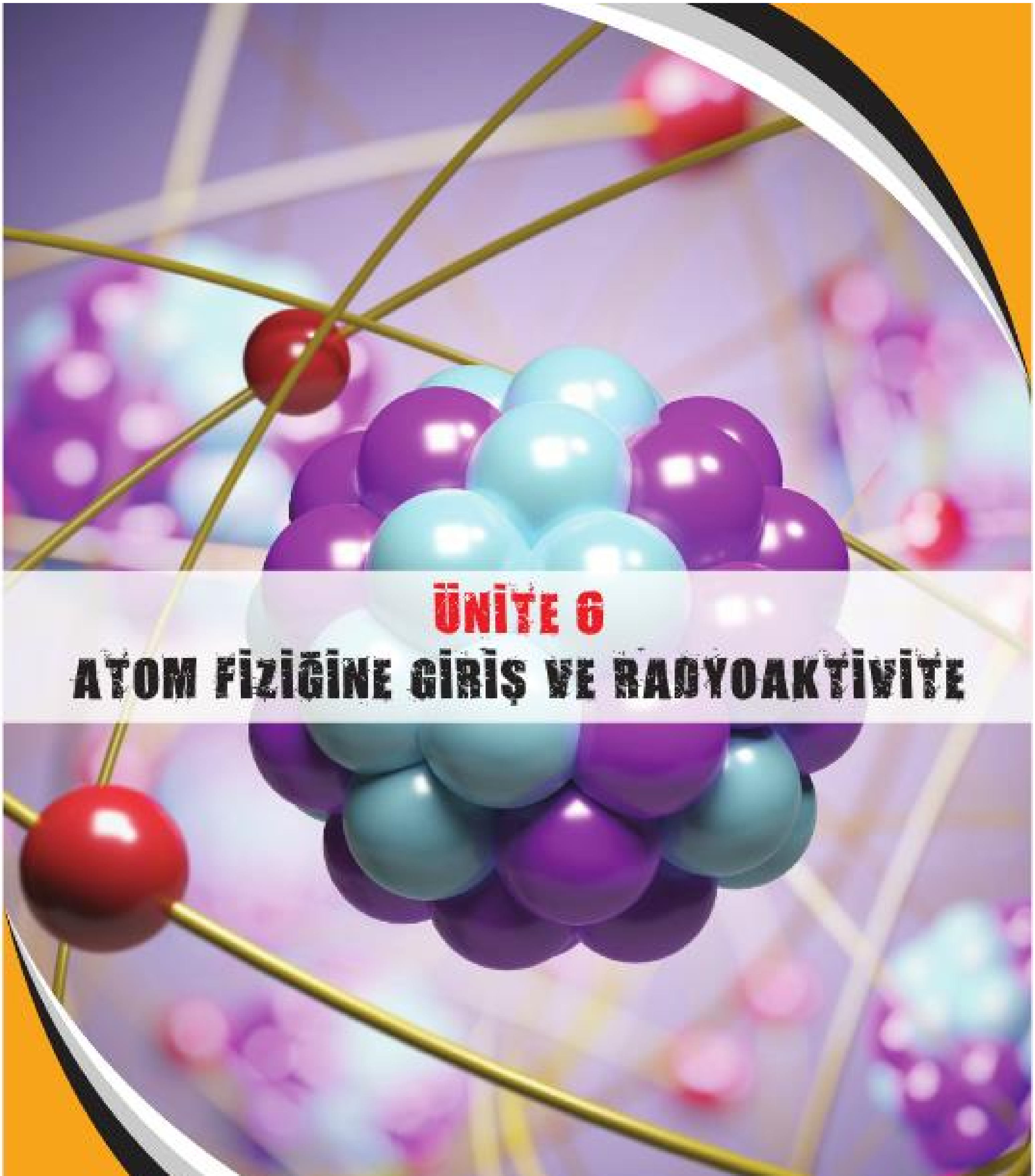
Güneşten gelen elektromanyetik dalgalar polarizatörlerde kutuplanırlar. Kutuplanma olayı enine dalgalara ait bir özelliktir.

(II.Doğru)

Güneş'ten gelen dalgalar elektrik alan içinden geçirildiğinde sapmadan yayılırlar. Elektrik alanın etkimemesi dalganın elektrik yükü taşımadığını göstermektedir.

(III.Doğru)

Cevap E



# ÜNİTE 6

# ATOM FİZİĞİNE GİRİŞ VE RADYOAKTİVİTE

PRF YAYINLARI
Hedefine Paraf At

# ATOM FİZİĞİNE GİRİŞ

## ATOM KAVRAMI

Maddenin tüm özelliklerini taşıyan en küçük yapıya atom denir.

- Tales, Dünya'daki herşeyin özünün su olduğunu söylemiştir.
- Anaxagoras, maddeyi oluşturan bölünemez parçacıkların farklı şekilde birleşerek değişik maddeleri oluşturduğunu söylemiştir.
- Empedokles, maddeyi toprak, hava, ateş ve su olmak üzere dört elemente ayırmıştır.
- Democritus, maddelerin bölünemez taneciklerden (atomos) oluştuğunu ifade etmiştir.
- Aristo, toprak, hava, ateş ve sudan oluşan dört element görüşünü desteklemiştir.
- Atom ile ilgili ilk deneysel verileri John Dalton ortaya koymuştur.

### Dalton Atom Modeli

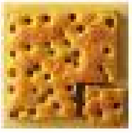
Dalton, tüm elementlerin atomlardan oluştuğunu atomların birleşerek molekülleri, moleküllerin de bileşikleri oluşturduğunu söylemiş, atomun maddenin özelliğini taşıyan en küçük yapı taşı olduğundan bahsetmiştir.

- Dalton atom teorisine göre,
  - Atom küçük, sert ve küre biçimindedir.
  - Elementler, bölünemez en küçük parça olan atomlardan meydana gelmiştir.
  - Atomlar kimyasal tepkimelerde oluşamaz ve bölünemez.
  - Atom elektrikçe nötrdür.

### Thomson Atom Modeli

Thomson, yaptığı deneylerle katot ışınlarını bulmuş ve katot ışınları deneyinde atomun pozitif (+) ve negatif (–) yüklerden oluştuğunu ileri sürmüştür. Thomson yaptığı deneylerle elektronun yükünün kütlesine oranı olan, $\frac{e}{m}$ yi hesaplamıştır.

- Thomson atom modeline göre,
  - Atom yarıçapı $10^{-10}$ metre civarında olan küre şeklindedir.
  - Atom pozitif yükle tam olarak doludur.
  - Negatif yükler, artı yüklü maddenin içine gömülüdür ve hareket edemezler.
  - Atom elektrikçe nötrdür.
  - Bu model, üzümlü keke benzediği için üzümlü kek modeli de denir.



### Milikan'ın Yağ Damlası Deneyi

Milikan yaptığı yağ damlası deneyi ile,

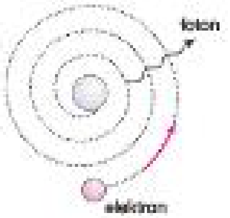
- Elektronun yükünü ölçmüş,
- Pozitif ya da negatif yüklü tüm maddelerin yüklerinin, elektronun yükünün tam katları olduğunu göstermiş,
- Thomson'un bulduğu $\frac{e}{m}$ oranı kullanılarak elektronun kütlesini hesaplamıştır.

### Rutherford Atom Modeli

Rutherford, alfa ($\alpha$) tanecikleri ile çok ince altın yapraklarını bombardıman etti. Levhaya gelen $\alpha$ taneciklerinin çoğu metal yapraktan geçerken, bazıları saptı, bazıları da tam tersi yönde geriye döndü.

Rutherford bu deneyden yola çıkarak + yüklerin **çekirdek** adını verdiği bir yerde toplanması gerektiğini söyleyerek, şekildeki Güneş sistemine benzetilen ilk atom modelini ortaya sürdü.

- Rutherford atom modeline göre,
  - Atomun kütlesinin çoğunu oluşturan pozitif yükler çekirdek denilen küçük bir yerde toplanmıştır.
  - Atomun içinde büyük boşluklar vardır ve elektronlar, gezegenlerin Güneş etrafında döndüğü gibi dönmektedir.
  - Atom elektrikçe nötrdür.
- Rutherford atom modelinde, çekirdek etrafında dolanan elektronun ivmeli hareket yaptığı için ışıma yaparak enerjisi azalmalı ve spiral bir yörünge çizerek çekirdeğe düşmesi gerekir. Bu da atomun yapısının bozulması demektir.




  - Elektronların çekirdeğe düşmemesinin sebeplerini açıklayamaması Rutherford atom modelinin en önemli eksikliklerinden biridir. Ayrıca Rutherford modeli, nötronlardan bahsetmediği için de eksik kalmıştır.

## Bohr Atom Modeli

Bohr, Planck'ın kuantumlu enerji düzeyleri fikrini yörüngedeki elektronlara uygulayarak iki varsayım ortaya koydu.

- **1. Varsayım:** Elektronlar, pozitif yüklü çekirdeğin çevresinde Coulomb Kuvveti etkisiyle ışıma yapmadan kararlı yörüngelerde dolanır.

- **2. Varsayım:** Elektronlar çekirdek çevresinde, açısal momentumu $\frac{h}{2\pi}$ nin tam katları olan kararlı yörüngelerde ışıma yapmadan dolanırlar. Buna göre, n. yörüngedeki bir elektronun açısal momentumu (L), aşağıdaki gibi hesaplanır. (h, Planck sabiti)

$$L = n.\frac{h}{2\pi}$$

> n. yörüngede dolanan bir elektronun yörünge yarıçapı aşağıdaki formülle hesaplanır. ($a_0$ = 0,529 Å)

$$r_n = a_0.\frac{n^2}{Z}$$

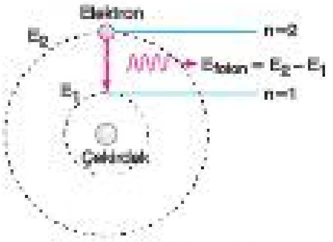
> n. yörüngede dolanan bir elektronun toplam enerjisi aşağıdaki formülle hesaplanır. (R = 13,6 eV)

$$E_n = -R.\frac{Z^2}{n^2}$$

- **3. Varsayım:** Elektronlar, yüksek enerjili kararlı bir yörüngeden düşük enerjili kararlı bir yörüngeye kendiliğinden geçebilir. Geçişlerde aradaki enerji farkı kadar enerjili fotonlar yayarlar.

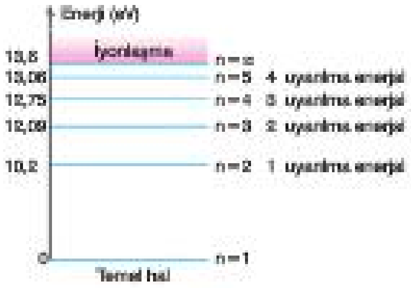
> En küçük kararlı enerji düzeyine **temel hal** denir. Hidrojen atomunda bir tane elektron vardır. Bu elektron n = 1 yörüngesindeyken atom temel haldedir. Bir elektronun, bulunduğu enerji düzeyinden üst enerji düzeylerine çıkarılmasına **uyarılma** denir. Bu olay atoma enerji vermekle gerçekleşir. Elektronun atomdan koparılarak serbest kalması olayına **iyonlaşma**, bunun için gerekli enerjiye de iyonlaşma enerjisi denir.

> Uyarılan elektronun tekrar kararlı yörüngesine dönerken ilk ve son enerji seviyesi arasındaki fark enerji kadar enerjiye sahip bir foton yayması olayına **ışıma** ya da **emisyon** denir.




$$E_2 - E_1 = h.f = h\frac{c}{\lambda}$$

> Hidrojen atomunun enerji seviyeleri ile uyarılma enerjileri şekildeki gibidir.




### Bohr Atom Modelinin Eksiklikleri

- Bohr modeline göre, elektronun açısal momentumunun en küçük değeri $\frac{h}{2\pi}$ dir. Ancak modern teoriye göre, atomun açısal momentumunun en küçük değeri sıfırdır.
- Bohr, atomların birbiri ile nasıl etkileştiklerini ve bu etkileşimin maddenin fiziksel ve kimyasal özelliklerini nasıl değiştirdiğini açıklayamaz.
- Bohr modeli yalnız tek elektronlu atomları açıklarken, çok elektronlu atomları açıklayamamıştır.
- Bohr elektronların çembersel yörüngelerde hareket ettikleri söylemiştir. Modern görüşe göre bu doğru değildir.

### Franck-Hertz Deneyi

Bu deneyde Franck ve Hertz, hızlandırdıkları elektronları bir gaz odasına göndererek, odadaki gazı uyarmış ve dışarıya çıkan elektronların enerjilerini ölçerek, elektronların belirli enerji seviyelerinde bulunduğu göstermişlerdir.

- Franck-Hertz deneyi, Bohr atom modelini desteklemiştir.

## ATOMUN UYARILMA YOLLARI

Temel halde bulunan bir elektronun bir üst enerji düzeyine çıkması için dışarıdan enerji alması gerekir. Atomlar dört farklı yolla uyarılabilir.

### Atomun Isıyla Uyarılması

Atomlar ısıtıldığında, temel halde bulunan elektronların sıcaklıktan dolayısıyla enerjileri artar. Verilen enerjiye göre, enerjisi artan elektron üst yörüngelerden birine geçer.

### Atomların Birbirine Çarpıştırılarak Uyarılması

Yüksek basınç ve sıcaklık altındaki atomlar birbirleriyle çarpıştırılarak, elektronlar üst enerji seviyelerine uyarılırlar. Atomlar aldıkları fazla enerjiyi ışıma yolu ile geri verirler.

## Atomların Elektronlarla Uyarılması

Bir atomun hızlandırılmış bir elektronla uyarılması için elektronun enerjisinin birinci uyarılma enerjisine eşit ya da daha büyük olması gerekir.

- Birinci uyarılma enerjisinden küçük enerji ile atoma gelen elektron atomu uyarmadan geçer.
- Birinci uyarılma enerjisinden daha yüksek enerjiyle gelen bir elektron atomu uyarır ve enerjisinin bir miktarını kaybederek gider. Uyarılan bu atom temel hale geçerken, aldığı enerjiyi bir foton olarak yayar.
- Yeterince kinetik enerjiye sahip bir elektron birden fazla atomu aynı enerji seviyesine ya da farklı enerji seviyelerine uyarabileceği gibi herhangi bir çarpışma yapmadan ortamdan ayrılabilir.
- Elektronun kinetik enerjisi, atomun iyonlaşma enerjisine eşit ya da büyükse elektron, atomu uyarabilir, iyonlaştırabilir ya da esnek çarpışma yaparak geldiği enerjiyle atomdan ayrılabilir. Uyarılan atomun elektronu foton yayınlayarak tekrar temel hâle geri döner.

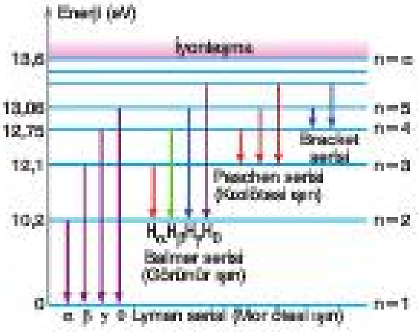
## Atomların Fotonlarla Uyarılması

Temel haldeki bir atomun fotonla uyarılması için gelen fotonun enerjisinin uyarılma enerjisine eşit olması gerekir.

- Fotonun enerjisi uyarılma enerjisinden büyük veya küçük ise uyarma yapamaz. Foton, atomu uyardığında enerjisinin tamamını atoma verir ve yok olur.
- Bir fotonun enerjisi iki ya da daha fazla elektronu uyarmaya yeterli olsa bile, temel haldeki atomlardan ancak bir tanesini uyarabilir.
- Atoma birinci uyarılma enerjisine eşit enerji ile gönderilen foton atomu uyarır ve yok olur. Atom aldığı enerjiyi foton olarak tekrar yayar.
- Fotonun ya da elektronun enerjisi iyonlaşma enerjisine eşit ya da büyük olursa atom iyonlaşır, atomdan bir elektron kopar. Atom, bir elektron yakalayıp mümkün olan her geçişi kullanarak temel hale geçer.

## Enerji Seviyeleri

Uyarılmış bir atomda elektron temel hâle dönerken, $n.(n-1)/2$ tane farklı ışıma yapabilir. Bu ışımalar geçme ihtimalinin olduğu enerji seviyelerine göre isimlendirilirler.




## MODERN ATOM TEORİSİ

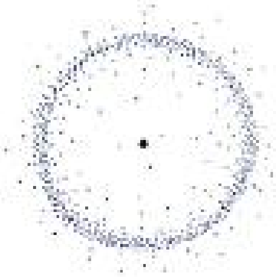
Bohr atom modeli elektronun yörüngesini klasik fizik yasalarına göre açıklamasına rağmen kuantumlu düşünce yapısı ile çok önemlidir.

Bu düşünceden yola çıkan De Broglie, Schrödinger ve Heisenberg kuantum mekaniği teorisi geliştirilmişlerdir.

De Broglie'ye göre, elektron gibi çok küçük kütleli parçacıklar, tanecik olmalarına karşın dalga özelliği de göstermekte ve bu her taneciğe bir dalga eşlik etmesiyle mümkün olmaktadır.

Sonraki yıllarda Max Born bu dalgaların, fiziksel dalgalar değil olasılık dalgaları olduğu yorumunu yapmıştır. Buradan yola çıkan Heisenberg ise geliştirdiği belirsizlik ilkesi ile bir parçacığın konumunun ve momentumununun aynı anda ve kusursuz olarak ölçülmesinin mümkün olmadığını göstermiştir.

Schrödinger, tüm bunları birleştirerek, zamandan bağımsız dalga fonksiyonunu geliştirmiş ve atom içinde hareket eden elektronların yerlerini kesin olarak bilmenin imkansız olduğunu, şekildeki gibi bazı yerlerde elektronun bulunma ihtimalinin çok yüksek olduğunu söylemiştir.



Fi! Yayınları

Modern atom teorisinde elektron yörüngelerinden bahsedilmez. Elektronun yeri tam olarak bilinmemesine karşın elektronun belli bir zaman aralığında nerede bulunabileceği olasılığı açıklanabilir.

Modern atom teorisinde yörünge yerine **orbital** ismi kullanılır. Orbitaller elektronların bulunma ihtimalinin yüksek olduğu bölgelerdir.

- Modern atom teorisinde, atomdaki elektronların dağılımı ve bulunabileceği enerji düzeyi dört tane kuantum sayısıyla ifade edilir.
  - Baş kuantum sayısı: Elektronun ait olduğu kabuğu ya da enerji seviyesini belirtir. Yörünge numarası olarak da bilinir.
  - Açısal momentum kuantum sayısı: Elektron bulutlarının şekillerini ve şekil farkı nedeni ile enerji seviyelerinde nasıl ayrılmanın olabileceğini belirtmek için kullanılan kuantum sayısıdır.
  - Manyetik kuantum sayısı: Manyetik alan etkisinde kalan orbitallerin uzaydaki yönelim biçimini belirlemek için kullanılır.
  - Spin kuantum sayısı: Elektronların çekirdek etrafında dönerken aynı zamanda kendi eksenleri etrafında da döndüğünü belirlemek için kullanılır.

## Örnek - 1

**Aşağıdaki atom teorilerinden hangisi; atomdaki pozitif yüklerin atomun her tarafına dağılmadığını, atomun çekirdeğinin içinde bulunduğunu ilk defa ön görüp, atomun çekirdekli bir yapıda olduğunu söylemiştir?**

A) Dalton atom teorisi
B) Thomson atom teorisi
C) Rutherford atom teorisi
D) Bohr atom teorisi
E) Modern atom teorisi

## Çözüm

Atomun bir çekirdeğinin olduğunu ve pozitif yüklerin atomun her tarafında değil sadece çekirdekte bulunduğunu ilk defa ön gören ve açıklayan atom teorisi Rutherford atom teorisidir.

Cevap C

## Örnek - 2

Bohr atom teorisine göre, bir defa iyonlaşmış helyum atomunun ($He^+$) elektronu 3. Bohr yörüngesindedir.

**Buna göre, bu yörüngenin yarıçapı kaç Å dür?**
($Z_{He} = 2$; $a_0 = 0,53$ Å)

A) 2,12   B) 2,38   C) 1,06
D) 1,59   E) 4,77

## Çözüm

Bohr atom teorisine göre elektronun yörünge yarıçapını veren ifade,

$r_n = a_0 \cdot \frac{n^2}{Z}$ dir.

Buna göre, n = 3 için yörünge yarıçapı,

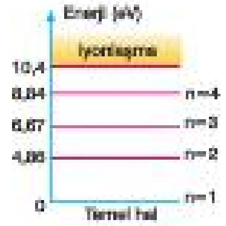
$r = 0,53 . \frac{3^2}{2}$

r = 2,38 Å olur.

Cevap B

## Örnek - 3

Temel haldeki cıva atomunun enerji diyagramı şekildeki gibidir.




**Buna göre;**

I. 6,67 eV enerjili foton
II. 7,24 eV enerjili elektron
III. 5,79 eV enerjili foton

**I, II, III ile verilenlerden hangileri cıva atomunu uyarır?**

A) Yalnız I   B) Yalnız II   C) Yalnız III
D) I ve II   E) II ve III

## Çözüm

Cıva atomunun fotonlar tarafından uyarılabilmesi için fotonun enerjisi 4,88 eV, 6,67 eV, 8,84 eV değerlerine tam olarak eşit olmalıdır. Buna göre, I uyarır.

Elektronun atomu uyarabilmesi için enerjisi en az 4,88 eV ve üstündeki değerlerde olmalıdır. Buna göre II uyarır.

Cıvada enerjisi 5,79 eV olan yörünge olmadığı için, III atomu uyaramaz.

Cevap D

Fil Yayınları

## Örnek - 4

Hidrojen atomunda temel halde bulunan elektron, 4. uyarılma enerji seviyesine uyarılıyor.

**Buna göre, elektron temel hale dönerken bu atom kaç farklı dalga boyunda ışıma yapabilir.**

A) 3   B) 6   C) 10   D) 15   E) 21

## Çözüm

Uyarılmış bir atomda elektron temel hale dönerken atomdan, $\frac{n.(n-1)}{2}$ tane farklı frekans, enerji ve dalga boyunda foton yayınlanabilir.

4. cü uyarılma enerji seviyesi n = 5. yörünge demektir.

Buna göre; $\frac{5.(5-1)}{2} = 10$ bulunur.

Cevap C

1. **Dalton atom teorisine göre;**

I. Atomlar, içleri dolu olan sert taneciklerdir.

II. Elektronlar atomu oluşturan pozitif yüklü maddenin içinde gömülü olarak bulunurlar.

III. Elementler atomlardan oluşmuştur.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve III
D) I ve II E) I, II ve III

2.

**Thomson atom teorisine göre aşağıdakilerden hangisi söylenemez?**

A) Atom, elektrik yükü bakımından nötrdür.

B) Atom, boşluksuz bir yapıya sahiptir.

C) Atom, küre şeklindedir.

D) Elektronlar, orbitallerde bulunur.

E) Pozitif yükler, atomun her yerine dağılmıştır.

3. **Rutherford atom teorisine göre,**

I. Elektronların kendi etraflarındaki dönme hareketinden dolayı spinleri vardır.

II. Atom boşluklu yapıdadır.

III. Pozitif yükler atomun çekirdeğinde toplanmıştır.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III

4.

**Bohr atom teorisine göre;**

I. Elektron, pozitif yüklü çekirdeğin çevresindeki kararlı yörüngelerde, Coulomb kuvveti etkisiyle ışıma yapmadan döner.

II. Çekirdeğin çevresinde kararlı yörüngelerde dolanan elektronun açısal momentumunun değeri, $\frac{h}{2\pi}$ nin tam katlarına karşılık gelir.

III. Foton yayınlayabilmesi için elektronun yüksek enerjili bir yörüngeden düşük enerjili bir yörüngeye geçmesi gerekir.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

Fi'f Yayınları

5. **Bohr atom teorisine göre;**

I. Elektron, çekirdeğin etrafında belirli mesafelerde bulunabilir.

II. Elektronun çekirdeğin etrafında dönmesini sağlayan merkezcil kuvvet Coulomb kuvvetidir.

III. Elektron çekirdekten uzaklaştırıldığında toplam enerjisi azalır.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

**6.** **Bohr atom teorisinde elektronun yaptığı hareket ile ilgili,**

I. Çekirdeğin etrafında düzgün çembersel hareket yapar.

II. Kendi etrafında dönmesinden dolayı spin hareketi yapar.

III. Çekirdeğin etrafında titreşim hareketi yapar.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I  B) Yalnız II  C) I ve II  D) II ve III  E) I, II ve III

**7.** Atom ile ilgili kurulan teorilerden birisinde " kimyasal tepkimelerde atomlar bölünemez ve yeniden oluşturulamaz" görüşü ortaya atılmıştır.

**Buna göre, yukarıdaki görüşü ortaya atan atom teorisi aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Dalton atom teorisi

B) Thomson atom teorisi

C) Bohr atom teorisi

D) Rutherford atom teorisi

E) Modern atom teorisi

**8.** **Modern atom teorisine göre,**

I. Elektronun yeri tam olarak bilinemez ancak belli bir zaman aralığında nerede bulunabileceği olasılığı bilinebilir.

II. Aynı yerde aynı anda iki elektron bulunamaz.

III. Elektronun açısal momentumunun değeri sıfır olabilir.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I  B) I ve II  C) II ve III  D) I ve III  E) I, II ve III

**9.** Hidrojen atomu için Schrödinger denkleminin çözümünde kuantum sayılarından yararlanılır.

**Buna göre, aşağıdakilerden hangisi bu kuantum sayılarından biri <u>değildir</u>?**

A) Baş kuantum sayısı

B) Açısal momentum kuantum sayısı

C) Elektron sayısı

D) Manyetik kuantum sayısı

E) Spin kuantum sayısı

FF Yayınları

**10.** Bohr atom modeli Rutherford atom modelinin eksiklikleri giderarak atoma ve elektrona ait yeni kavramlar ortaya koymuştur.

**Buna göre, aşağıdaki kavramlardan hangisi Bohr atom modelinin ortaya koyduğu kavramlardan biri <u>değildir</u>?**

A) Yörünge yarıçapı

B) Açısal momentum

C) Enerji seviyesi

D) Uyarılma enerji seviyesi

E) Atom orbitali

**11.** **Thomson ve Bohr atom teorisinde;**

I. Atom boşluklu yapıdadır.

II. Atomun yapısında negatif yüklü elektron bulunur.

III. Elektron hareketsiz durmaktadır.

**atom ile ilgili söylenen görüşlerden hangileri ortaktır?**

A) Yalnız I  B) Yalnız II  C) I ve II  D) II ve III  E) I ve III

Test - 1  1-C  2-D  3-D  4-E  5-B  6-A  7-A  8-E  9-C  10-E  11-B

1. Fizikte atom kavramının tarihsel gelişimi içerisinde ortaya atılan teoriler, birbiri ile ilişkili olarak hep bir önceki teorinin eksiklerini giderecek şekilde oluşmuştur. Bohr atom teorisi de Rutherford atom teorisindeki eksiklikleri gidermeye çalışmıştır.

**Buna göre, aşağıdakilerden hangisi, Bohr atom teorisinin de açıklamakta yetersiz kaldığı atoma ait özelliklerden biridir?**

A) Atomların kendi aralarında etkileşimlerini ve bu etkileşimlerin maddenin fiziksel ve kimyasal özelliklerini belirlemesini.

B) Tek elektronlu ve tek elektronu kalmış iyonların yapısını.

C) Atomun kesikli ışıma yapmasını.

D) Atomun kesikli enerji seviyelerine sahip olmasını.

E) Elektronun çekirdek etrafında dönme hareketi yapmasını.

2.

**Rutherford atom teorisinde,**

I. Elektron çekirdeğin çevresindeki belirli yörüngelerde elektriksel kuvvetin etkisi ile ışıma yapmadan dolanır.

II. Pozitif yükler atomun çekirdeğinde toplanmıştır.

III. Kimyasal tepkimelerde atomlar bölünmez ve yeni atomlar oluşmaz.

**yukarıdaki görüşlerden hangisi yoktur?**

A) Yalnız I  B) Yalnız II  C) Yalnız III  D) I ve III  E) II ve III

3. **Aşağıdaki bilim insanlarından hangisi, atom fiziğinin gelişmesi ile ilgili çalışmalarda bulunmamıştır?**

A) Niels Bohr

B) Erwin Schrödinger

C) Feza Gürsey

D) Behram N.Kurşunoğlu

E) Cahit Arf

Fi Yayınları

4. **Bohr atom modeline göre, elektron n. yörüngede dolanırken,**

I. Yörünge yarıçapı $n^2$ ile doğru orantılı değişir.

II. Elektronun açısal momentumunun büyüklüğü n ile doğru orantılı değişir.

III. Elektronun yörüngedeki toplam enerjisi n ye bağlı değildir.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I  B) Yalnız II  C) I ve II  D) I ve III  E) II ve III

5. **Bohr atom teorisine göre, bir elektronun açısal momentumunun büyüklüğü aşağıdakilerden hangisi olamaz?**

A) $\frac{h}{2\pi}$  B) $\frac{h}{\pi}$  C) $\frac{3h}{2\pi}$  D) $\frac{5h}{4\pi}$  E) $\frac{2h}{\pi}$

6. Bohr atom teorisine göre, hidrojen atomunun bir elektronu 3. Bohr yörüngesinde dolanırken sahip olduğu toplam enerji E dir.

**Buna göre, E kaç eV tur?**
($Z_H = 1$; R = 13,6 eV)

A) – 1,51 B) – 3,4 C) – 4,53 D) – 6,8 E) – 10,2

7. Bohr atom teorisine göre, elektron yüksek enerjili kararlı bir yörüngeden düşük enerjili kararlı bir yörüngeye kendiliğinden geçiş yapar.

**Buna göre, hidrojen atomunun elektronu n = 2 yörüngesinden temel hale geçtiğinde yayınlanan fotonun enerjisi kaç eV tur?**
($Z_H = 1$; R = 13,6 eV)

A) 3,4 B) 5,6 C) 6,6 D) 10,2 E) 13,6

8. **Bohr atom teorisi,**

I. Elektronun açısal momentumunun sıfır olmasını,
II. Atomun kesikli ışıma yapmasını,
III. Elektronun kendi ekseni etrafındaki dönüş hareketini,

**yukarıdaki durumların hangisini açıklamakta başarılı olmuştur?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II D) I ve III E) I, II ve III

9. Bohr atom teorisine göre, temel haldeki bir hidrojen atomundaki elektronun yörünge yarıçapı r, açısal momentumunun büyüklüğü L dir.

**Buna göre, elektron uyarılarak 4. yörüngeye çıkarıldığında yörünge yarıçapı ve açısal momentumun büyüklüğü aşağıdakilerden hangisi olur?**
($Z_H = 1$)

| | Yarıçap | Açısal momentum |
|---|---|---|
| A) | 4r | 4L |
| B) | 3r | 3L |
| C) | 16r | 16L |
| D) | 16r | 4L |
| E) | 15r | 3L |

FİT Yayınları

10. **Bohr atom teorisine göre, temel halde bulunan bir elektron uyarıldığında elektrona ait,**

I. İyonlaşma enerjisi,
II. Açısal momentumunun büyüklüğü,
III. Döndüğü yörüngenin yarıçapı,

**niceliklerinden hangileri artar?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II D) II ve III E) I, II ve III

11. **Franck - Hertz Deneyi ile ilgili,**

I. Atomların enerji seviyelerinin kesikli olduğunu kanıtlamıştır.
II. Elektronların belirli enerji seviyelerinde bulunduklarını göstermiştir.
III. Bohr atom modelini desteklemiştir.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II D) I ve III E) I, II ve III

| Test - 2 | 1-A | 2-D | 3-E | 4-C | 5-D | 6-A | 7-D | 8-B | 9-D | 10-D | 11-E |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

**1.** Temel halde bulunan hidrojen atomuna ait enerji diyagramı şekildeki gibidir.

**Buna göre;**

I. 12,10 eV enerjili foton

II. 12,80 eV enerjili elektron

III. 13 eV enerjili foton

**I, II, III ile verilenlerden hangileri hidrojen atomunu uyarabilir?**

A) Yalnız I  B) Yalnız II  C) I ve III  D) I ve II  E) I, II ve III

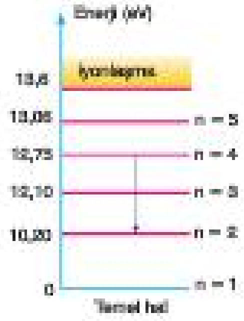
Frf Yayınları

**2.** Temel halde bulunan hidrojen atomuna ait enerji diyagramı şekildeki gibidir.

**Buna göre; elektronun açısal momentumunun $\frac{h}{\pi}$ kadar artması için kaç eV enerjili fotonla uyarılması gerekir?**

A) 10,20  B) 12,10  C) 12,75  D) 12,80  E) 13,06

**3.** Uyarılmış bir hidrojen atomunda elektron temel hale geçerken oluşan spektrum çizgilerinden biri şekildeki gibidir.




**Buna göre, oluşan bu ışıma ile ilgili,**

I. Balmer serisine ait $H_{\alpha}$ ışımasıdır.

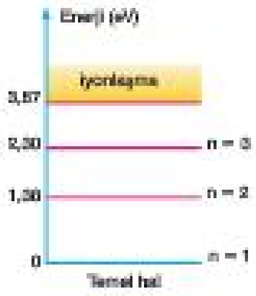
II. Elektromanyetik dalga spektrumunda görünür bölge içinde yer alır.

III. Enerjisi, Lyman serisinin $\alpha$ ışımasından küçüktür.

**Yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I  B) Yalnız II  C) Yalnız III  D) I ve II  E) II ve III

**4.** Enerji diyagramı şekildeki gibi olan temel haldeki sezyum buharına, kinetik enerjisi 4 eV olan elektronlar gönderiliyor.




**Buna göre, dışarıya çıkan elektronların kinetik enerjisi aşağıdakilerden hangisi <u>olamaz</u>?**

A) 1,70  B) 2,62  C) 0,13  D) 1,24  E) 1,87

**5.** Temel haldeki hidrojen atomlarına ait enerji diyagramı şekildeki gibidir. Bu atomlar enerjisi 12,10 eV olan fotonlarla uyarılıyor.

**Buna göre, elektronlar temel hale geçerken oluşan ışıma serileri ile ilgili,**

I. Balmer serisinden $H_\alpha$ ışıması gözleniyorsa, Lyman serisinden $\alpha$ ışıması da gözlenir.

II. Lyman serisinden $\beta$ ışıması gözleniyorsa, Balmer serisinden $H_\beta$ ışıması da gözlenir.

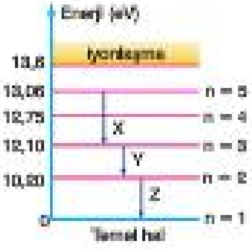
III. Uyarılmış hidrojen atomlarının hiçbirinden Paschen serisine ait bir ışıma gözlenmez.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve II E) I ve III

**6.** Uyarılmış bir hidrojen atomunda elektron temel hale geçiş yaparken, atomdan dışarıya dalga boyları $\lambda_X$, $\lambda_Y$, $\lambda_Z$ olan şekildeki X, Y, Z fotonları yayılıyor.




**Buna göre; $\lambda_X$, $\lambda_Y$, $\lambda_Z$ arasındaki ilişki nedir?**

A) $\lambda_Z < \lambda_Y < \lambda_X$ B) $\lambda_Z = \lambda_Y < \lambda_X$

C) $\lambda_X < \lambda_Y = \lambda_Z$ D) $\lambda_X < \lambda_Y < \lambda_Z$

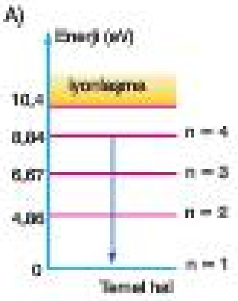
E) $\lambda_Y < \lambda_Z < \lambda_X$

FF Yayınları

**7.** Temel haldeki cıva atomuna ait enerji diyagramı şekildeki gibidir.

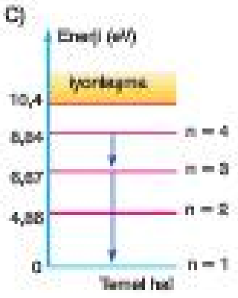
**Buna göre, cıva atomunun temel halde bulunan elektronu n = 4 enerji seviyesine uyarıldığında temel hale dönerken aşağıdaki geçişlerden hangisini <u>yapamaz</u>?**

A)

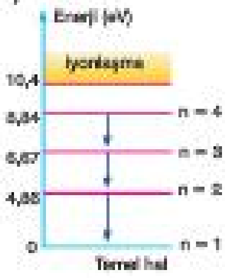



B)

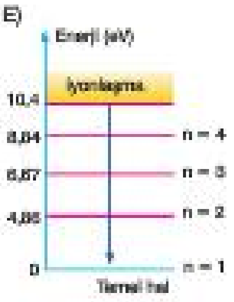
C)




D)




E)




Test - 3 1-D 2-B 3-E 4-E 5-E 6-A 7-E

# BÜYÜK PATLAMA VE EVRENİN OLUŞUMU

## BÜYÜK PATLAMA TEORİSİ

1929 yılında Edwin Hubble yaptığı araştırmada ışık saçan gök cisimleri ne kadar uzakta ise bu gök cisimlerinden gelen ışınların dalga boyundaki artışın (kırmızıya kayma) o kadar büyük olduğunu farketti. **Kırmızıya Kayma Yasası** olarak bilinen bu yasaya göre,

- Galaksiler birbirinden uzaklaşmaktadır.
- Evren her yönde genişlemektedir.
- Ancak galaksilerde genişleme olmaz.

- Evrenin dışarıya doğru genişlediği fikrinden yola çıkan bilim insanları, evrenin belirli bir noktadan itibaren şişmeye başladığı ve bir başlangıcının olması gerektiği sonucuna ulaşmışlardır. Buna **Büyük patlama teorisi** adı verilir. Bu teoriye göre,
  - Evrenin bir başlangıcı vardır.
  - Başlangıçta ne madde ne uzay ne zaman ne de boşluk bulunmaktadır.
  - Bu hiçlik içerisinde bulunan neredeyse nokta kadar bir büyüklükte ve Güneş'in çekirdeğinden trilyonlarca kat daha sıcak olan saf enerji bundan yaklaşık 13,7 milyar yıl önce henüz bilinmeyen bir nedenle bir anda genişleyerek şişmeye ve soğumaya başlamıştır.
- Evrenle ilgili farklı teoriler de bulunmaktadır. Süper simetri, süper kütle çekimi, süper sicim, süper zar ve M kuramı evrenin başlangıcı ile ilgili olan teorilerden bazılarıdır. Evrenin sonu ile ilgili teorilerden bazıları da büyük donma, büyük çöküş, büyük değişim, büyük parçalanma teorileridir.

## ATOM ALTI PARÇACIKLAR

Bilimin ve teknolojinin gelişmesiyle günümüzde, atomun yapısında proton ve nötrondan daha küçük parçacıkların da olduğu tespit edilmiş ve bu parçacıklara atom altı parçacıklar adı verilmiştir.

- Temel parçacıkları ve bu parçacıkların aralarındaki etkileşimlerinde etkili olan güçlü nükleer kuvvet, zayıf nükleer kuvvet ve elektromanyetik kuvveti açıklayan modele **standart model** denir.
  - Standart modele göre parçacıklar **fermiyonlar** ve **bozonlar** olmak üzere iki gruba ayrılırlar.
  - Fermiyonlar madde parçacıklarıdır.
  - Bozonlar; madde parçacıkları arasındaki etkileşimlere aracılık eden kuvvet parçacıklarıdır.
  - Standart modele göre evren, 6 çeşit **kuark** ve 6 çeşit **lepton** ile kuvvet taşıyıcıları olan **bozon**lardan oluşur.

### Bozonlar

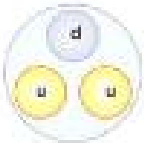
Fermiyonlar arasında etkileşimi sağlayan dört temel kuvvetin taşıyıcısı olan parçacıklardır. Doğada bilinen dört çeşit temel kuvvet vardır.

- Kütle çekim kuvveti, kütlesi olan tüm parçacıkların birbirini çekmesinden sorumludur. Kütleler arasındaki çekim kuvvetinin iletilmesine graviton adı verilen parçacık aracılık eder. Uzun menzilli bir kuvvettir.
- Güçlü çekirdek kuvveti (Yeğin kuvvet), en güçlü kuvvettir. Çekirdeğin bir arada dağılmadan durmasını sağlar. Bu kuvveti taşıyan parçacığa gluon adı verilir. Kuarklar arasında etkilidir. Kısa menzilli bir kuvvettir.
- Zayıf çekirdek kuvveti, kararsız çekirdeklerin bozulmasından nötrinoların ve diğer lepton türlerinin çekirdek ile etkileşimlerinden sorumlu kuvvettir. Kısa menzillidir. Aracılık eden parçacıkları W ve Z bozonlarıdır.
- Elektromanyetik kuvvet, yüklü parçacıklar arasındaki Coulomb Kuvveti ile mıknatıslar arasındaki manyetik kuvvettir. Uzun menzilli olup, taşıyıcı parçacıkları fotonlardır.

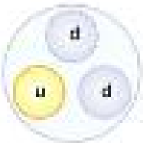
### Kuarklar

Madde parçacıklarıdır. 6 çeşit kuark bulunur. Bu kuarklar; yukarı (u) - aşağı (d), tılsım (c) - acaip (s), üst (t) - alt (b) şeklinde çiftler halinde adlandırılırlar.

- Doğada her parçacığın bir antiparçacığı bulunur. Kuarkların antiparçacığına antikuark denir. Aralarındaki tek fark yük işaretlerinin zıt olmasıdır. Anti parçacıklar ilgili parçacığın sembolü üstüne bir çizgi çizilerek gösterilir.
- Kuarkların güçlü nükleer kuvvetin etkisiyle birleşerek oluşturduğu yapılara **hadronlar** denir. Baryonlar ve mezonlar olmak üzere ikiye ayrılırlar.
  - Üç kuarkın güçlü nükleer kuvvetin etkisiyle birleşmesinden oluşan yapılara **baryonlar** denir. Proton ve nötron baryonlara örnek olarak verilebilir. Proton aynı zamanda kütlesi en küçük olan baryondur.



Proton



Nötron

  - Bir kuark ile bir antikuarkın birleşimiyle oluşan, iki kuarklı yapılara **mezonlar** denir. Kararsız olup, kısa sürede bozulurlar. Pion ve Kaon mezonlara örnek olarak verilebilir.

### Leptonlar

Madde parçacıklarından ikincisi olan leptonlar, kuarklar gibi ikili ya da üçlü yapılar şeklinde değil, doğada serbest olarak bulunan parçacıklardır. Elektronlar ve nötrinolar bu parçacıklara örnek olarak verilebilir. Kuarktan yapılmış yapılara göre çok hafif parçacıklardır.

Fif Yayınları

## MADDENİN OLUŞUM SÜRECİ

Doğadaki tüm maddeler, fermiyonların bozonlar aracılığı ile birleşmesinden oluşmuştur. Kuarklar, güçlü nükleer kuvvetin etkisiyle birleşerek hadronları, hadronlar ailesinden olan proton ve nötronlar birleşerek çekirdeği, çekirdek ise elektronlarla foton aracılığı ile etkileşime girerek atomu oluşturur. Atomlar bir araya gelerek molekülleri, moleküller de bir araya gelerek maddeyi oluşturur.

- Maddenin oluşumuna benzer biçimde antiparçacıkların bir araya gelmesiyle de antimadde oluşur.
  - Bir parçacık ve onun karşıt parçacığı bir araya geldiğinde parçacıkların kütleleri enerjiye dönüşür. Buna **yok olma tepkimesi** adı verilir. Örneğin, elektron ve pozitron karşılaştığında birbirini yok ederek gama ışını yayar.
  - Benzer biçimde enerjisi, parçacıkların durgun kütle enerjisine eşit olan iki foton bir araya geldiğinde parçacık ve antiparçacık tekrar elde edilebilir. Buna **çift oluşumu tepkimesi** adı verilir.

**Bilgi**

Standart modeldeki parçacıkların bazıları kütleliyken bazıları kütlesizdir. Standart modele göre, tüm uzay **Higgs alanı**yla dolu olup madde parçacıkları olan fermiyonlar ile zayıf nükleer kuvvetin taşıyıcısı olan W ve Z bozonları Higgs alanıyla etkileşerek kütle kazanırlar.

Buna göre, foton ve gluon Higgs alanıyla etkileşmediklerinden kütlesizdirler. Higgs alanı ile etkileşimi **Higgs bozonu** sağlar.

## RADYOAKTİVİTE

Radyoaktivite, atom çekirdeğinin tanecik veya gama ışıması yayarak parçalanmasıdır. Bu parçalanma sonucunda radyoaktif enerji açığa çıkar. Kendiliğinden veya dışarıdan bir etkiyle çekirdeği bozunuma uğrayabilen atom çekirdeklerine radyoaktif çekirdek, bu atomların oluşturduğu maddelere radyoaktif madde denir.

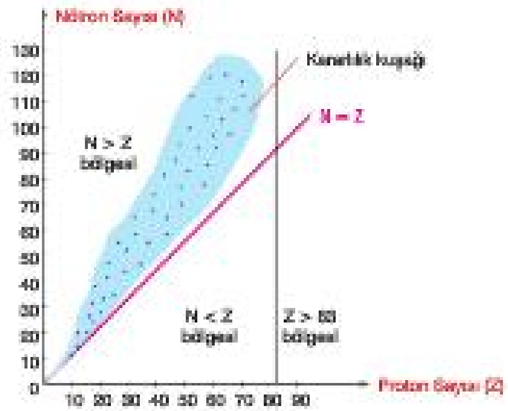
Radyoaktif bozunma kendiliğinden gerçekleşirse doğal radyoaktiflik, dışarıdan bir etki ile gerçekleşirse yapay radyoaktiflik adını alır.

Radyoaktiflik, ilk kez Henri Becquerel tarafından keşfedilmiştir. Pierre ve Marie Curie bu alanda çalışmalar yapmış önemli bilim insanlarıdır.

### Kararlı Ve Kararsız Atomların Özellikleri

Atom çekirdeğinde **nükleon** adı verilen proton ve nötronlar bulunur. Araştırmalara göre, çekirdek kütlesi, çekirdeği oluşturan proton ve nötronların kütleleri toplamından daha azdır. Einstein, aradaki kütle farkının enerjiye dönüştüğünü ifade etmiş ve çekirdekteki proton ve nötronların bir arada durması için gereken enerjinin buradan karşılandığını söylemiştir. Bu enerjiye **bağlanma enerjisi** adı verilir.

- Nükleon başına düşen bağlanma enerjisi büyük olan çekirdeklere **kararlı çekirdek** denir. Demir ve bakır elementleri kararlı çekirdeklere örnektir.
  - Kararlı çekirdeklerde nötron sayısının proton sayısına oranı 1 e yakın olurken bu oran 1 den uzaklaştıkça kararlılık azalır.
- Bağlanma enerjisi küçük olan çekirdeklere ise **kararsız (radyoaktif) çekirdek** denir. Uranyum, toryum, aktinyum ve radyum gibi elementler kararsız çekirdeklerdir.
  - Kararsız çekirdekler ışıma yaparak kararlı hale gelmeye çalışırlar.
  - Kararsız bir çekirdeğin nötron sayısının proton sayısına oranı 1 den büyükse nötronlar protonlara dönüşerek, 1 den küçükse protonlar nötronlara dönüşerek kararlı hale geçmeye çalışır.
  - Proton ve nötron sayılarının değişimine bağlı olarak elementlerin nükleer kararsızlık eğrisi aşağıdaki gibi çizilebilir.



## Radyoaktif Bozunma Sonucu Atomun Kütle Numarası Atom Numarası ve Enerjisindeki Değişim

Bir atomun proton sayısına atom numarası (Z) denir. Her elementin çekirdeğindeki proton sayıları birbirinden farklıdır.

Bir atomun proton sayısı ile nötron sayısının (N) toplamına kütle numarası (A) denir.

$$A = Z + N$$

Periyodik tablodaki elementler harflerle sembolize edilir. Atomun kütle numarası (A) şekildeki gibi sol üst köşeye, proton sayısı (Z) ise sol alt köşeye yazılır.

$${}^{A}_{Z}X$$

### Alfa (α) Bozunumu

Atom çekirdeğinden iki nötron ve iki protondan meydana gelen bir helyum çekirdeğinin ( ${}^{4}_{2}He$ ya da ${}^{4}_{2}\alpha$) yayınlanması olayıdır. Bu ışıma sonrasında çekirdeğin proton ve nötron sayıları 2 azalırken, kütle numarası 4 azalır.

$${}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{A-4}_{Z-2}Y$$

### Beta (β) Bozunumu

Beta ışımasının $\beta^-$ ve $\beta^+$ ve olmak üzere iki türü vardır.

- $\beta^-$ ışıması, nötron sayısının proton sayısına oranı 1 den büyük olan çekirdeklerde gerçekleşir. Çekirdekteki bir nötron; proton, elektron ve antinötrinoya dönüşür. $\beta^-$ parçacığı yayınlandığında çekirdeğin atom numarası 1 artar, ancak kütle numarası değişmez.

$${}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{0}_{-1}\beta + {}^{A}_{Z+1}Y + \overline{v}_e \text{ (antinötrino)}$$

- $\beta^+$ ışıması, nötron sayısının proton sayısına oranı, 1 den küçük olan çekirdeklerde gerçekleşir. Çekirdekteki bir proton; nötron, pozitron ve nötrinoya dönüşür. $\beta^+$ parçacığı yayınlandığında çekirdeğin atom numarası 1 azalır ancak kütle numarası değişmez.

$${}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{0}_{+1}\beta + {}^{A}_{Z-1}Y + v_e \text{ (nötrino)}$$

### Gama (γ) Bozunumu

α ve β bozunumu gerçekleştiren bir çekirdek, bazı durumlarda uyarılmış hâlde kalır. Bu durumdaki bir çekirdeğin kararlı hale geçmek için etrafa γ fotonları yayması olayına gama ışıması denir. Gama ışımasında çekirdeğin kütle ve atom numarası değişmez.

$${}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z}X + \gamma$$

## Nükleer Fisyon ve Füzyon Olayları

### Nükleer Fisyon

Nötronlarla bombardıman edilen ağır atom çekirdeğinin parçalanarak daha hafif iki veya daha fazla farklı çekirdeğe bölünmesine fisyon denir.

Fisyon reaksiyonlarında nükleon sayıları korunur ancak kütle korunmaz. Oluşan kütle kaybı $E = \Delta mc^2$ formülü ile ifade edilen bir enerjinin açığa çıkması ile açıklanır.

$${}^{235}_{92}U + {}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{236}_{92}U \rightarrow {}^{140}_{56}Ba + {}^{91}_{36}Kr + 3{}^{1}_{0}n + \text{Enerji}$$

Günümüzde, nükleer santrallerde uranyum ve toryum çekirdeklerinden kontrollü bir şekilde nükleer enerji elde edilebilmektedir. Atom bombası, fisyonun kısa sürede kontrolsüz bir şekilde gerçekleşmesi neticesinde yapılır.

### Nükleer Füzyon

Çok yüksek sıcaklıklarda atom numarası küçük olan radyoaktif atom çekirdeklerinin daha ağır atom çekirdeklerini oluşturmasına füzyon denir. Füzyon tepkimesinde açığa çıkan enerji, fisyon tepkimesinde açığa çıkan enerjiden kat ve kat büyüktür.

$${}^{2}_{1}H + {}^{3}_{1}H \rightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{1}_{0}n + \text{Enerji}$$

Günümüzde nükleer füzyon, laboratuvar şartlarında ya da nükleer santrallerde hala gerçekleştirilememiş bir olaydır. Ancak Güneş ve diğer yıldızlarda uygun sıcaklık ve basınç sağlandığı için nükleer füzyon sürekli gerçekleşmekte ve çıkan enerji etrafa yayılmaktadır.

## Radyasyonun Canlılar Üzerindeki Etkileri

Radyasyon dalga ya da parçacık biçiminde yayılabilir. Alfa, beta ve nötron; radyasyonun parçacık biçiminde yayılmasına örnektir. Radyasyonun dalga biçiminde yayılmasına örnek olarak da tüm elektromanyetik dalgalar verilebilir.

- Canlılar günlük hayatta belirli miktar radyasyona maruz kalmaktadırlar. Bu radyasyon Güneş'ten ya da uzaydan kaynaklanabileceği gibi teknolojik ürünlerden de kaynaklanabilir. Radyasyondan korunmak için, aşağıdaki önlemler alınabilir.
  - Elektrikli aletleri kullanmıyorken fişten çekme
  - Yatak odalarında cep telefonu, bilgisayar ve televizyon bulundurmama
  - Cep telefonu ile kısa süreli konuşma
  - Fotokopi makinesi, bilgisayar ve televizyonla araya en az 1 m mesafe koyma
  - Bilgisayarlı tomografi ve röntgen gibi tetkikleri zorunlu olmadıkça yaptırmama

Fı Yayınları

## Örnek - 1

**Leptonlar ile ilgili,**

I. İç yapıları olmayan nokta parçacıklardır.
II. Elektron, lepton grubundaki bir parçacıktır.
III. Antiparçacıkları yoktur.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II D) I ve III E) II ve III

## Çözüm

Lepton grubundaki parçacıklar daha alt birimlerden meydana gelmezler.

İç yapıları olmayan nokta şeklinde kabul edilen temel parçacıklardır.

(I.Doğru)

Elektron lepton grubundaki parçacıklardan biridir.

(II.Doğru)

Doğadaki bütün parçacıkların antiparçacığı olduğu için leptonların da anti parçacıkları vardır.

(III.Yanlış)

Cevap C

## Örnek - 2

- Mezon
- Nötron
- Foton
- Elektron
- Gluon

**Yukarıdaki parçacıklardan kaç tanesi fermiyon ailesi içinde yer alır?**

A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 5

## Çözüm

Mezon, nötron ve elektron madde parçacıkları olduğu için fermiyon ailesi içinde yer alırlar.

Cevap C

## Örnek - 3

- Gluon
- Aşağı kuark
- Z parçacığı
- Graviton
- Foton

**Yukarıdaki parçacıklardan kaç tanesi bozon ailesinin üyesi <u>değildir</u>?**

A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 5

## Çözüm

Gluon, Z parçacığı, Graviton ve Foton birer kuvvet taşıyıcı parçacık oldukları için bozon ailesinin üyesidirler.

Cevap A

Fİ Yayınları

## Örnek - 4

**Radyoaktif bozunmalar sonucunda atomun,**

I. Nötron sayısı
II. Atom numarası
III. Çekirdek enerjisi

**niceliklerinden hangileri <u>kesinlikle</u> azalır?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) II ve III

## Çözüm

Radyoaktif bozunma çeşitlerinden; $\alpha$ bozunmasında, proton ve nötron sayıları 2 azalır. $\beta^-$ bozunmasında, nötron sayısı 1 azalırken proton sayısı 1 artar. $\beta^+$ bozunmasında, proton sayısı 1 azalırken nötron sayısı 1 artar. $\gamma$ bozunmasında ise nötron ve proton sayısı değişmez. Proton sayısı aynı zamanda atom numarası da olduğuna göre, radyoaktif bozunmalarda nötron sayısı ve atom numarası kesin azalır denilemez.

(I. ve II. Kesin değil)

Bütün bozunma çeşitlerinde dışarıya enerjisi olan bir parçacık atıldığı için çekirdek enerji kaybeder. Bundan dolayı çekirdeğin enerjisi azalır.

(III. Kesin doğru)

Cevap C

1. **Büyük patlama teorisine göre,**

I. Evren genişlemektedir.

II. Başlangıçta evren tek bir noktada yoğunlaşmış haldedir.

III. Işığın hızı evren yaşlandıkça artar.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II D) I ve III E) I, II ve III

2.

**Parçacık ve antiparçacık ile ilgili,**

I. Doğada her parçacığın bir karşıt parçacığı vardır.

II. Bir parçacık ile antiparçacığının elektrik yük işareti daima zıttır.

III. Antiparçacığın kütlesi, parçacığının kütlesinden büyüktür.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) II ve III D) I ve II E) I, II ve III

3. Standart Modele göre, madde; fermiyonlar ve fermiyonları bir araya getiren bozonlardan oluşmuştur.

**Buna göre, aşağıdakilerden hangisi bir bozondur?**

A) Elektron
B) Nötron
C) Yukarı kuark
D) Foton
E) Müon

4. **Kuarklar ve leptonlar ile ilgili,**

I. Her ikisi de Fermiyon sınıfındaki parçacıklardandır.

II. Her ikisi de birer madde parçacığıdır.

III. Her ikisi de gluon ile etkileşmeye girer.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II D) I ve III E) II ve III

Fi̇rt Yayınları

5. Bir atomun çekirdeğinde 2 proton, 2 nötron bulunmaktadır. Proton ve nötron, yukarı ve aşağı kuarkların güçlü kuvvet etkisi ile bir araya gelmesinden oluşur.

**Buna göre, bu atomun çekirdeğindeki toplam yukarı ve aşağı kuarkların sayısı kaçtır?**

| | Yukarı kuark | Aşağı kuark |
|---|---|---|
| A) | 2 | 1 |
| B) | 2 | 4 |
| C) | 3 | 3 |
| D) | 6 | 4 |
| E) | 6 | 6 |

6. **Maddeyi oluşturan parçacık aileleri ile ilgili,**

I. Elektron, lepton ailesinin bir üyesidir.

II. Proton, baryon ailesinin bir üyesidir.

III. Gluon, bozon ailesinin bir üyesidir.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II D) I ve III E) I, II ve III

**7.** Doğadaki dört temel kuvvetten biri de elektromanyetik kuvvettir.

**Buna göre, elektromanyetik kuvvet hakkında aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?**

A) Elektrik yüklü parçacıklar arasında Coulomb kuvveti olarak kendini gösterir.
B) İki mıknatıs kutbu arasında manyetik kuvvet olarak kendini gösterir.
C) Elektromanyetik kuvvetin taşıyıcı parçacığı fotondur.
D) Etki menzili sonsuz mesafede olan bir kuvvettir.
E) Atom çekirdeğinin dağılmadan bir arada durabilmesini sağlayan kuvvettir.

**8.** Mert, standart modele göre maddeyi oluşturan bazı fermiyon ve bozon parçacıklardan ile alttaki tabloyu oluşturuyor. Gamze, Mert'in yaptığı tablodaki hatayı fark ederek iki parçacığın yerini değiştirmesini söylüyor.

| FERMİYON | BOZON |
|---|---|
| Proton | Gluon |
| Nötron | Z parçacığı |
| Elektron | d kuark |
| Higgs | Foton |
| u kuark | Graviton |

**Buna göre, yeri değişmesi gereken iki parçacık aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Proton - Gluon
B) Higgs - Gluon
C) Higgs - d kuark
D) u kuark - Z parçacığı
E) Nötron - Graviton

Fi Yayınları

**9.** Kuarkların oluşturduğu parçacık ailesine hadronlar denilmektedir.

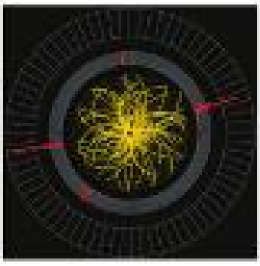
**Buna göre,**

I. Bütün hadronlar üç tane kuarkın güçlü kuvvet etkisi ile bir araya gelmesinden oluşmuştur.
II. Baryon ve mezon olmak üzere iki gruptan oluşur.
III. Proton, hadronların en hafif olan üyesidir.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) I, II ve III B) I ve II C) II ve III
D) I ve III E) Yalnız II

**10.** Standart model, fermiyonların kütleli olmasını Higgs mekanizması ile açıklar.



**Bu mekanizmaya göre,**

I. Fermiyonlar, Higgs alanı ile etkileşmeye girerek kütle kazanır.
II. Fermiyonlar ile Higgs alanı arasındaki etkileşimi Higgs bozonu sağlar.
III. Higgs alanı ile etkileşmeye girmeyen parçacıklar kütle kazanamaz.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

Test - 4 1-C 2-D 3-D 4-C 5-E 6-E 7-E 8-C 9-E 10-E

**1.** $^{34}_{16}S$ **atomunun çekirdeği ile ilgili,**

I. 16 tane protonu vardır.

II. 18 tane nötronu vardır.

III. Atomun kütle numarası 34 tür.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II D) I ve III E) I, II ve III

**2.** **Kararlı atomların çekirdekleri için,**

I. Nükleon başına düşen bağlanma enerjisi büyüktür.

II. $\frac{n}{p}$ oranı 1 e yakın değer alır.

III. Atom çekirdeği bozunma geçirmez.

**yukarıda söylenenlerden hangisi doğrudur?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve III E) I, II ve III

**3.** **Kararsız atomların çekirdekleri kararlı hale gelirken,**

I. Nötron sayıları azalır.

II. Proton sayıları artar.

III. Kütle numaraları artar.

**yukarıdakilerden hangileri gerçekleşebilir?**

A) I ve II B) I ve III C) II ve III D) Yalnız I E) Yalnız II

**4.** **Aşağıdaki radyoaktif bozunmaların hangisinde,**

I. Gama bozunması

II. $\beta^-$ bozunması

III. Alfa bozunması

**bozunan çekirdek ile ürün çekirdeğin atom numaraları birbirine eşit olur?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II D) II ve III E) I, II ve III

**5.**

$$^{24}_{12}Mg \rightarrow ^{24}_{12}Mg + X$$

$$^{234}_{90}Th \rightarrow ^{234}_{91}Pa + Y + \overline{v}$$

**Yukarıdaki radyoaktif bozunma reaksiyonlarında oluşan X ve Y parçacıkları sırası ile aşağıdakilerden hangisidir?**

A) $\gamma$, $\beta^-$ B) $\gamma$, $\beta^+$ C) $\beta^+$, $\beta^-$ D) $\gamma$, $\gamma$ E) $\gamma$, $\alpha$

**6.** Radyoaktif bir çekirdek $\alpha$ bozunumu geçirerek kararlı hale geliyor.

**Buna göre,**

I. Çekirdeğin proton sayısı 2 azalır.

II. Atomun kütle numarası 4 azalır.

III. Bozunum sonucu yeni bir element oluşur.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) I ve II B) I ve III C) II ve III D) Yalnız I E) I, II ve III

Fİ Yayınları

**7.** Radyoaktif bir çekirdek, kararlı hale geçerken dışarıya pozitron fırlatıyor.

**Bu bozunum ile ilgili,**

I. $\beta^+$ bozunumudur.

II. Atomun kütle numarası değişmez.

III. Bir nötron, bir protona dönüşür.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II D) II ve III E) I, II ve III

**9.** Radyoaktif bir atom çekirdeği bozunma geçirerek kararlı hale geçtiğinde kütle numarasının değişmediği görülüyor.

**Buna göre,**

I. $\beta^-$ bozunması,

II. $\beta^+$ bozunması,

III. $\gamma$ bozunması

**yukarıdaki bozunmalardan hangisini geçirmiş olabilir?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ya da II D) I ya da III E) I ya da II ya da III

**8.** Şekildeki $^{238}_{92}U$ örneğinin çekirdekleri iki kez $\alpha$, bir kez de $\beta^-$ bozunumu geçiriyor.

**Buna göre, oluşan yeni elementin atom numarası ve kütle numarası kaç olur?**

| | Atom numarası | Kütle numarası |
|---|---|---|
| A) | 88 | 230 |
| B) | 88 | 231 |
| C) | 87 | 230 |
| D) | 89 | 230 |
| E) | 89 | 229 |

**10.** Radyoaktif bir çekirdek, kararlı hale geçerken çekirdekteki bir nötron bir protona dönüşüyor.

- $^{0}_{-1}e$ elektron
- $^{0}_{+1}e$ pozitron
- $\nu_e$ nötrino
- $\bar{\nu}_e$ antinötrino

**olduğuna göre,**

I. Bozunma sonucunda atom numarası 1 artar.

II. Atomdan elektron fırlatılır.

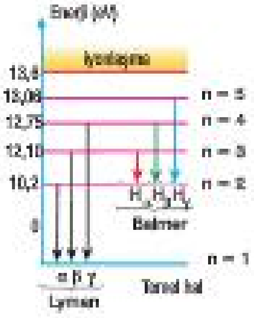
III. Atomdan antinötrino parçacığı yayınlanır.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) I, II ve III B) I ve II C) I ve III D) Yalnız I E) Yalnız II

Test - 5 1-E 2-E 3-A 4-A 5-A 6-E 7-C 8-D 9-E 10-A

**1.** Hidrojen atomunun enerji seviyeleri ve spektrum çizgilerinden bazıları şekildeki gibidir.




**Foton bombardımanı ile uyarılmış hidrojen atomlarından en büyük enerjili ışıma olarak Lyman β gözlendiğine göre;**

I. Atomları uyaran fotonların enerjisi 12,10 eV tur.

II. Balmerin $H_\beta$ ışıması gözlenir.

III. Balmerin $H_\alpha$ ve Lyman α ışımaları birlikte gözlenir.

**yargılarından hangileri doğru olabilir?**

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II D) I ve III E) II ve III

**2.** Temel halde bulunan hidrojen atomunun elektronu üçüncü uyarılma enerji seviyesine uyarıldığında temel hale dönerken atomdan iki fotonun yayınlandığı gözleniyor.

**Buna göre,**

I. Lymanın γ ışıması

II. Balmerin α ışıması

III. Balmerin β ışıması

**ışımalarından hangileri kesinlikle gözlenmez?**

A) I ve III B) I ve II C) II ve III D) Yalnız I E) Yalnız II

Fi Yayınları

**3.** Hubble Yasasına göre, galaksiler birbirinden uzaklaşmakta ve evren her yöne genişlemektedir.

**Buna göre,**

I. Galaksilerden Dünya' ya gelen ışıkların rengi kırmızıya doğru kaymaktadır.

II. Galaksiler kendi içinde genişlemektedir.

III. Galaksilerin Dünya' ya olan uzaklıkları sürekli artmaktadır.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

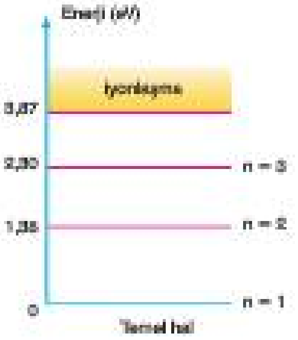
A) I ve III B) I ve II C) II ve III D) Yalnız I E) Yalnız II

**4.** Temel haldeki Hidrojen atomunun enerjisi – E dir. Hidrojen atomu uyarılarak elektronun n = 3 yörüngesine çıkması sağlanıyor.

**Buna göre, elektronun çıktığı yörüngedeki enerjisi kaç E dir?** ($Z_H = 1$)

A) $-\frac{1}{4}$ B) $-\frac{1}{9}$ C) $-\frac{1}{16}$ D) $-\frac{8}{9}$ E) $-\frac{1}{3}$

**5.** Sezyum atomunun enerji düzeylerini gösteren diyagram şekildeki gibidir. Hızlandırılmış elektronlar, temel haldeki sezyum atomlarından geçirildiklerinde, bir elektron iki sezyum atomu ile etkileşerek ortamdan çıkıyor.




**Atomlardan biri iyonlaşıp diğeri ise uyarıldığına göre, elektronun enerjisi en az kaç eV olmalıdır?**

A) 2,49 B) 3,87 C) 5,25 D) 7,74 E) 9,12

**6.** Radyoaktif $^{234}_{90}Th$ çekirdeği aşağıdaki tepkimede olduğu gibi $\beta^-$ bozunması geçirdiğinde çekirdekteki bir nötron bir protona dönüşürken çekirdekten de dışarıya $^{0}_{-1}e$ ve X parçacığı fırlatılıyor.

$$^{234}_{90}Th \rightarrow ^{234}_{91}Pa + ^{0}_{-1}e + X$$

**Buna göre; X parçacığı ile ilgili,**

I. Lepton ailesine aittir.

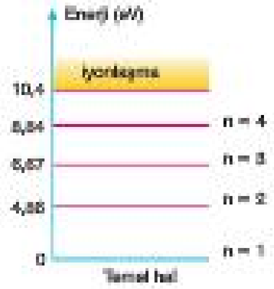
II. Antielektron nötrinosudur.

III. Bozon sınıfı içindeki bir parçacıktır.

**Yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) II ve III

**7.** Cıva atomuna ait enerji diyagramı şekildeki gibidir.




**Temel haldeki bir cıva atomunun açısal momentumunun $\frac{3h}{2\pi}$ kadar artması için,**

I. 8,84 eV enerjili fotonla uyarma.

II. 10,4 eV enerjili fotonla uyarma.

III. 9, 24 eV kinetik enerjili elektronla uyarma.

**yukarıdakilerden hangileri tek başına yapılabilir?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve III E) I, II ve III

**8.** **Millikan, yaptığı yağ damlası deneyi ile,**

I. Elektronun elektrik yük miktarını hesaplamıştır.

II. Elektronun kütlesini hesaplamıştır.

III. Pozitif ya da negatif yüklü maddelerin yük miktarının elektron yükünün tam katlarına karşılık geldiğini bulmuştur.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II D) II ve III E) I, II ve III

Fi Yayınları

Test - 6 1-D 2-B 3-A 4-B 5-C 6-D 7-D 8-E

1. **Leptonlar ile ilgili,**

I. Doğada serbest olarak bulunurlar.

II. Hadronlardan daha hafif parçacıklardır.

III. Nötrino, lepton ailesine ait bir parçacık değildir.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) I ve III B) I ve II C) II ve III D) Yalnız I E) Yalnız II

2. **Mezonlar ile ilgili,**

I. Bir kuark ve bir anti kuarktan oluşan parçacıklardır.

II. Hadron ailesinin bir alt parçacık grubudur.

III. Pion, mezon grubuna ait bir parçacıktır.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) I, II ve III B) I ve III C) II ve III D) Yalnız I E) Yalnız II

3.
- Proton
- Nötron
- Elektron
- Notrino
- Graviton

**Yukarıdaki parçacıklardan kaç tanesinin yapısında kuark bulunmaz?**

A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 5

4. **Standart Modele göre, güçlü çekirdek kuvvetini taşıyan bozon aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Gluon
B) Foton
C) Higgs
D) Graviton
E) W parçacığı

5. **Aşağıdaki parçacıklardan hangisi hadron ailesi içinde yer almaz?**

A) Pion
B) Proton
C) Foton
D) Nötron
E) Kaon

6. **Atom çekirdeklerinin kararlılığı ile ilgili,**

I. $\frac{n}{p}$ oranı 1 e yakın olan çekirdekler kararlı yapıdadır.

II. $\frac{n}{p}$ oranı 1 den büyük olan çekirdekler $\beta^-$ ışıması yaparak kararlı hale geçerler.

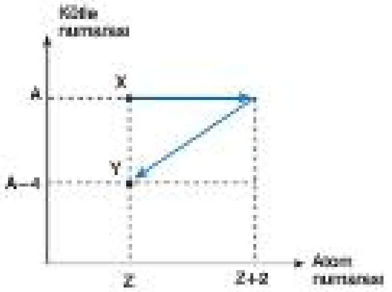
III. $\frac{n}{p}$ oranı 1 den küçük olan çekirdekler $\beta^+$ ışıması yaparak kararlı hale geçerler.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) I ve III B) I ve II C) II ve III D) I, II ve III E) Yalnız I

Fi! Yayınları

**7.** Radyoaktif X elementi, şekildeki gibi bozunmalar geçirerek radyoaktif Y elementine dönüşüyor.




**Buna göre, X elementinin geçirdiği bozunmalar aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Bir kez $\alpha$ bozunması geçirmiştir.

B) İki kez $\beta^-$ bozunması geçirmiştir.

C) Bir kez $\alpha$, bir kez de $\beta^+$ bozunması geçirmiştir.

D) İki kez $\beta^-$, bir kez de $\alpha$ bozunması geçirmiştir.

E) İki kez $\beta^+$ bozunması geçirmiştir.

**8.** I. Çift oluşumu tepkimesi

II. Çift yok olma tepkimesi

III. Gama bozunması

**Yukarıda verilen tepkimelerden hangisinde gama ışını yayınlanır?**

A) Yalnız III  B) I ve II  C) II ve III

D) I ve III  E) I, II ve III

**9.**

**Nükleer fisyon ile ilgili,**

I. Atom numarası büyük radyoaktif çekirdeklerin, nötronlar ile parçalanması sonucu oluşur.

II. Parçalanma sonucu daha hafif ama kararlı yeni çekirdeklerle birlikte büyük bir enerji oluşur.

III. Fisyonda açığa çıkan enerji, nükleer güç santrallerinde elektrik enerjisine dönüştürülür.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) I ve II  B) I ve III  C) II ve III

D) I, II ve III  E) Yalnız I

Fırat Yayınları

**10.** Nükleer enerji elde etme yollarından birisi de nükleer füzyon reaksiyonlarıdır.

**Bu reaksiyonlarla ilgili,**

I. Atom numarası küçük radyoaktif çekirdekler birleşerek, ağır ve kararlı çekirdekler oluştururlar.

II. Nükleer güç santrallerinde üretilen enerji, nükleer füzyon yolu ile elde edilir.

III. Güneşte üretilen enerji, nükleer füzyon sonucu oluşur.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) I ve II  B) I ve III  C) II ve III

D) I, II ve III  E) Yalnız II

| Test - 7 | 1-B | 2-A | 3-C | 4-A | 5-C | 6-D | 7-D | 8-C | 9-D | 10-B |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

## ÇÖZÜMLERİ

# Test - 1

### Çözüm 1

Dalton atom teorisine göre;

Atomlar içleri dolu olan sert tanecikler olarak tanımlanır.

(I.Doğru)

Dalton atom teorisinde elektron tanımlanmaz.

Atomun içinde elektronun olduğunu ilk kez Thomson atom teorisi söyler.

(II.Yanlış)

Elementlerin atomlardan oluştuğunu Dalton atom teorisi söylemektedir.

(III.Doğru)

Cevap C

### Çözüm 2

Thomson atom teorisinde orbital kavramı yoktur.

Orbital kavramı modern atom teorisinin ortaya koyduğu bir kavramdır.

Cevap D

### Çözüm 3

Rutherford atom teorisi, elektronun sadece çekirdek etrafında döndüğünü söyler.

Elektronun kendi etrafındaki dönüş hareketini açıklamaz.

(I.Yanlış)

Rutherford atom teorisine göre atom boşluklu bir yapıya sahiptir ve atomun çekirdeğinde pozitif yükler bulunur.

(II. ve III.Doğru)

Cevap D

### Çözüm 4

I., II. ve III. cü öncüllerde Bohr atom teorisinin kabulleri söylenmektedir.

Bundan dolayı hepsi doğrudur.

Cevap E

### Çözüm 5

Bohr atom teorisine göre elektronun bulunduğu yörünge yarıçapı kesikli değerler alır.

Bundan dolayı elektron çekirdekten belirli mesafelerde bulunur.

(I.Doğru)

Elektronun çekirdeğin etrafında düzgün çembersel hareket yapmasını sağlayan merkezcil kuvvet, çekirdekteki pozitif yükün elektrondaki negatif yüke uyguladığı Coulomb kuvvetidir.

(II.Doğru)

Elektron çekirdekten uzaklaştıkça toplam enerjisi artar.

(III.Yanlış)

Cevap B

### Çözüm 6

Bohr atom teorisine göre, elektron çekirdek çevresinde sadece düzgün çembersel hareket yapar.

(I.Doğru, II. ve III.Yanlış)

Cevap A

Fi Yayınları

**Çözüm 7**

Kimyasal tepkimelerde atomların bölünemeyeceğini, yeni atomların oluşturulamayacağını ortaya koyan atom teorisi, Dalton atom teorisidir.

Cevap A

**Çözüm 8**

I, II ve III te verilenlerin hepsi Modern atom teorisinin ortaya koyduğu görüşler olduğundan dolayı;

I, II ve III öncülleri doğrudur.

Cevap E

**Çözüm 9**

Elekron sayısı, Schrödinger denkleminin çözümünde kullanılan bir kuantum sayısı değildir.

Cevap C

**Çözüm 10**

Bohr atom modeli, elektrona ait açısal momentum, yörünge yarıçapı, elektronun bulunduğu yörüngede sahip olduğu toplam enerji, atomun enerji seviyelerini ve elektronun uyarılarak çıkarıldığı yeni yörüngeyi ve bu yörüngedeki enerjisini yani uyarılma enerji seviyesini tanımlamıştır.

Fakat atom orbitali kavramını modern atom teorisi ortaya koymuştur.

Bohr atom teorisinde orbital kavramı yoktur.

Cevap E

**Çözüm 11**

Atomun boşluklu yapıda olduğunu Bohr atom teorisi söylerken Thomson atom teorisinde atom boşluklu yapıda değildir.

(I.Yanlış)

Bohr ve Thomson atom teorilerinde atomdaki negatif yüklü tanecik elektrondur.

(II.Doğru)

Bohr atom teorisi, elektronun çekirdek etrafında elektriksel kuvvetin etkisi ile çembersel hareket yaptığını söylerken, Thomson atom teorisi ise elektronun hareketsiz durduğunu söylemektedir.

(III.Yanlış)

Cevap B

## Test - 2

**Çözüm 1**

Bohr atom teorisi tek elektronlu bir atomun yapısını açıklamakta başarılı olmuşken; çok elektronlu atomları, atomların bir araya gelerek molekül oluşturmalarını, atomların birbiri ile etkileşimlerini ve maddenin fiziksel ve kimyasal özelliklerinin oluşmasına etkilerini açıklamakta yetersiz kalmıştır.

Cevap A

Fi Yayınları

**Çözüm 2**

Elektronun çekirdeğin etrafındaki belirli yörüngelerde elektriksel kuvvetin etkisi ile ışıma yapmadan dolanıyor görüşü Bohr atom teorisine aittir.

(I.Yanlış)

Atomun çekirdekli yapıda olduğunu ve pozitif yüklerin atomun çekirdeğinde toplandığını ilk kez Rutherford atom teorisi söylemiştir.

(II.Doğru)

Dalton atom teorisinin görüşlerinden biri de; 'Kimyasal tepkimelerde atomlar bölünmez ve yeni atomlar meydana gelmez.' görüşüdür.

(III.Yanlış)

Cevap D

**Çözüm 3**

Cahit Arf, bir matematikçi olup atom fiziği ile ilgili çalışmalarda bulunmamıştır.

Cevap E

**Çözüm 4**

Bohr atom teorisine göre;

Yörünge yarıçapı $r_n = a_0.\frac{n^2}{Z}$ ifadesine göre $n^2$ ile doğru orantılı değişir.

(I.Doğru)

Açısal momentum $L_n = n.\frac{h}{2\pi}$ ifadesine göre n ile doğru orantılı değişir.

(II.Doğru)

Toplam enerji $E_n = -R.\frac{Z^2}{n^2}$ ifadesine göre n ye bağlıdır.

(III.Yanlış)

Cevap C

**Çözüm 5**

Bohr atom teorisine göre açısal momentum,

$L_n = n.\frac{h}{2\pi}$ ifadesi ile hesaplanır.

Buna göre;

n = 1 için, $L_1 = 1\frac{h}{2\pi}$

n = 2 için, $L_2 = 2\frac{h}{2\pi} = \frac{h}{\pi}$

n = 3 için, $L_3 = 3\frac{h}{2\pi}$

n = 4 için, $L_4 = 4\frac{h}{2\pi} = 2\frac{h}{\pi}$

n = 5 için, $L_5 = 5\frac{h}{2\pi}$ olur.

Buna göre, açısal momentumun değeri $\frac{5h}{4\pi}$ olmaz.

Cevap D

**Çözüm 6**

$E_n = -R.\frac{Z^2}{n^2}$ ifadesinden,

n = 3 için hesap yapılırsa,

$E = -13,6.\frac{1^2}{3^2}$

E = − 1,51 eV bulunur.

Cevap A

**Çözüm 7**

Bohr atom teorisine göre elektron yüksek enerjili bir yörüngeden düşük enerjili bir yörüngeye kendiliğinden geçiş yaptığında yayınlanacak fotonun enerjisi,

$E_f = E_{ilk} - E_{son}$ ifadesinden hesaplanır.

Elektron n = 2 den, n = 1 e geçiş yaptığına göre;

$E_f = E_2 - E_1$

$E_f = -13,6.\frac{1^2}{2^2} - \left(-13,6.\frac{1^2}{1^2}\right)$

$E_f = 10,2$ eV bulunur.

Cevap D

**Çözüm 8**

Elektronun açısal momentumunun sıfır olmasını Bohr atom teorisi açıklayamamış daha sonra ise modern atom teorisi bu durumu açıklamıştır.

(I.Yanlış)

Bohr atom teorisi, atomun iç enerji seviyelerinin kesikli olduğunu açıklayarak uyarılmış bir atomun yapacağı ışımaların kesikli değerler aldığını açıklamakta başarılı olmuştur. (II.Doğru)

Bohr atom teorisi, elektronun çekirdek etrafında yaptığı düzgün çembersel hareketi açıklarken elektronun kendi etrafındaki dönüş hareketini açıklamaz.

Elektronun kendi etrafında yaptığı hareketi modern atom teorisi ortaya koymuş ve açıklamıştır.

(III.Yanlış)

Cevap B

Fırat Yayınları

### Çözüm 9

$r_n = a_0 \cdot \dfrac{n^2}{Z}$ ve $L_n = n \cdot \dfrac{h}{2\pi}$ formüllerinden,

n = 1 (temel hal) için,

$r = a_0 \cdot \dfrac{1^2}{1}$

$r = a_0$ ; $L = 1 \dfrac{h}{2\pi}$ olur.

n = 4 için,

$r_4 = a_0 \cdot \dfrac{4^2}{1}$

$r_4 = 16a_0 = 16r$ olur.

$L_4 = 4 \dfrac{h}{2\pi}$ den, $L_4 = 4L$ olur.

Cevap D

### Çözüm 10

Bohr atom teorisine göre elektron uyarıldığında çekirdekten uzaklaşarak daha üst yörüngelere çıkar. (n yörünge numarası artar.)

Bu durumda elektronun toplam enerjisi artarken iyonlaşma enerjisi azalır.

(I.Yanlış)

Yörünge numarası büyüdüğü için açısal momentumun büyüklüğü de artar.

(II.Doğru)

Yörünge numarası büyüdüğü için yörünge yarıçapı da artar.

(III.Doğru)

Cevap D

### Çözüm 11

Bohr atom teorisinin 1913 yılında atom için kuantumlu enerji düzeyleri görüşünü ortaya koyması ile birlikte 1914 yılında yapılan Franc - Hertz deneyi atomların enerji seviyelerinin kesikli olduğunu kanıtlamıştır.

(I.Doğru)

Bu deneyin sonucunda elektronların belirli enerji seviyelerinde bulundukları da ispatlanmıştır.

(II.Doğru)

Franck - Hertz deneyi Bohr atom teorisinin kuantumlu enerji düzeyleri görüşünü deneysel olarak desteklemiştir.

(III.Doğru)

Cevap E

## Test - 3

### Çözüm 1

Temel haldeki hidrojen atomunu uyaracak fotonların enerjisi uyarılma enerji değerlerine eşit değerde olması gerekir.

Bundan dolayı 12,10 eV enerjili foton uyarır.

(I.Doğru)

13 eV enerjili foton ise atomu uyaramaz.

(III.Yanlış)

Elektronların atomu uyarabilmesi için enerjilerinin 1. uyarılma enerji seviyesine (n = 2) eşit ya da daha büyük olması gerekir.

Bundan dolayı 13 eV enerjili elektron atomu uyarır.

(II.Doğru)

Cevap D

### Çözüm 2

Temel haldeki elektronun açısal momentumu, n = 1 için, $1 \cdot \dfrac{h}{2\pi}$ dir.

Fotonla uyarılan elektron n. yörüngeye çıkarıldığında açısal momentumu, $n \cdot \dfrac{h}{2\pi}$ olur.

Açısal momentumdaki değişim,

$\Delta L = L_{son} - L_{ilk}$

$\dfrac{h}{\pi} = n \dfrac{h}{2\pi} - 1 \dfrac{h}{2\pi}$ ifadesinden,

$\dfrac{h}{\pi} = (n-1) \dfrac{h}{2\pi}$

$2 = n - 1$

$n = 3$ olarak, elektronun n = 3 yörüngesine uyarıldığı bulunur.

Diyagrama göre, n = 3 yörüngesinin enerjisi 12,10 eV olduğu için atomu uyaracak fotonun enerjisi de 12,10 eV olmalıdır.

Cevap B

**Çözüm 3**

Şekle göre elektron $n = 4$ ten $n = 2$ ye geçiyor. Bu durumda oluşan ışıma Balmer serisindeki $H_\beta$ ışımasıdır.

(I. Yanlış)

Balmer serisi ışımalar, elektromanyetik dalga spektrumunda görünür bölge içinde yer alırlar.

(II.Doğru)

Lyman serisi ışımaları, elektromanyetik dalga spektrumunda morötesi bölge içinde kalırlar. Morötesi ışıkların ise enerjileri daima görünür bölge ışıklarının enerjisinden büyüktür.

(III.Doğru)

Cevap E

**Çözüm 4**

Elektronlar, sezyum atomlarıyla çarpıştırıldığında, sezyum atomunun uyarılma enerji seviyelerindeki enerji değerleri kadar enerjiyi kaybederek dışarıya çıkarlar.

4 eV enerjili elektronların yapabilecekleri muhtemel çarpışmalara göre dışarıya çıkabilecekleri kinetik enerji değerleri aşağıdaki gibi bulunur.

$E_K = 4 - 3,87 = 0,13$ eV

$E_K = 4 - 2,30 = 1,70$ eV

$E_K = 4 - 1,38 = 2,62$ eV

$E_K = 2,62 - 1,38 = 1,24$ eV

$E_K = 1,70 - 1,38 = 0,32$ eV

$E_K = 4$ eV (Hiç çarpışma olmadığı durum için)

Buna göre elektronlar, $E_K = 1,87$ eV kinetik enerjiyle dışarıya çıkamazlar.

Cevap E

**Çözüm 5**

Hidrojen atomları 12,10 eV enerjili fotonlarla uyarılınca enerji diyagramına göre temel haldeki elektronlar $n = 3$ yörüngesine çıkarılmış olur.

Buna göre elektronlar temel hale geri dönerken, ilk ihtimal olarak; $n = 3$ den $n = 1$ e direk geçer ki bu durumda oluşan ışıma Lyman serisinin $\beta$ ışımasıdır ve bunun yanında başka ışıma oluşmaz.

(II.Yanlış)

İkinci ihtimal olarak; elektronlar önce $n = 3$ den $n = 2$ ye daha sonra da $n = 2$ den $n = 1$ geçerler.

Bu durumda önce Balmer serisine ait $H_\alpha$, daha sonra da Lyman serisine ait $\alpha$ ışıması oluşur.

(I.Doğru)

Hidrojen atomlarından Paschen serisine ait bir ışımanın oluşabilmesi için elektronların $n = 3$ den daha büyük enerjili bir yörüngeye çıkarılması gerekir.

Hidrojen atomları $n = 3$ e uyarıldıkları için Paschen serisine ait bir ışıma gözlenmez.

(III.Doğru)

Cevap E

**Çözüm 6**

Atomdan yayınlanan fotonun enerjisi, $E_f = \frac{h.c}{\lambda}$ formülü ile hesaplanır.

Formülden de anlaşılacağı üzere fotonun enerjisi ile dalga boyu ters orantılıdır.

Enerji diyagramına göre, elektronun geçiş yaptığı enerji yörüngelerinin enerjileri arasındaki fark X, Y, Z fotonlarının enerjisini verir.

Buna göre; fotonların enerjileri,

$E_X = 13,06 - 12,10 = 0,96$ eV

$E_Y = 12,10 - 10,20 = 1,90$ eV

$E_Z = 10,20 - 0 = 10,20$ eV olur.

$E_X < E_Y < E_Z$ olduğuna göre,

$\lambda_Z < \lambda_Y < \lambda_X$ bulunur.

Cevap A

Fil Yayınları

**Çözüm 7**

n = 4 yörüngesine uyarılan elektron, n = 4 ten n = 1 e A, B, C, D şıklarındaki gibi geçiş yaparak inebilir.

Böyle bir durumda başka bir geçiş gözlenmez.

Cıva atomu iyonlaşmadığından dolayı E şıkkındaki gibi bir durum gözlenmez.

Cevap E

# Test - 4

**Çözüm 1**

Büyük patlama teorisine göre;

Evren sürekli genişlemektedir.

(I.Doğru)

Evren başlangıçta nokta halinde, çok sıcak ve saf enerji halindedir.

(II.Doğru)

Işığın hızı evrenin yaşına bağlı olmaksızın daima sabittir.

(III.Yanlış)

Cevap C

**Çözüm 2**

Doğada bütün parçacıkların bir karşıt parçacığı vardır.

(I.Doğru)

Bir parçacık ile antiparçacığının elektrik yük işaretleri daima zıttır

(II.Doğru)

Antiparçacığın kütlesi ile parçacığının kütlesi daima eşittir.

(III.Yanlış)

Cevap D

**Çözüm 3**

Foton, elektromanyetik kuvveti taşıyan bir kuvvet parçacığıdır.

Bozonlar sınıfı içindeki bir parçacıktır.

Cevap D

**Çözüm 4**

Kuarklar ve leptonlar birer madde parçacığıdır.

(II.Doğru)

Bütün madde parçacıkları fermiyon sınıfı içerisinde yer almaktadır.

(I.Doğru)

Gluon ile etkileşmeye sadece kuarklar girer, leptonlar gluon ile etkileşmez.

(III.Yanlış)

Cevap C

**Çözüm 5**

Yukarı kuark u, aşağı kuark ise d ile gösterilir.

Standart modele göre proton ve nötron üç tane kuarkın bir araya gelmesi ile oluşur.

Protonun kuark yapısı uud, nötronun ki ise udd dir.

Buna göre, 1 proton ve 1 nötronda toplam 3 tane u, 3 tane de d kuark vardır.

Buna göre, 2 protonu ve 2 nötronu olan bir atomda toplam 6 tane u kuark, 6 tane de d kuark bulunur.

Cevap E

Fi̇rf Yayınları

**Çözüm 6**

Elektron, lepton ailesinin bir üyesidir.

(I.Doğru)

Proton, baryon ailesinin bir üyesidir.

(II.Doğru)

Gluon, bozon ailesinin bir üyesidir.

(III.Doğru)

Cevap E

**Çözüm 7**

Atom çekirdeğinin dağılmadan bir arada durmasını sağlayan kuvvet elektromanyetik kuvvet değil, güçlü çekirdek kuvvetidir.

Cevap E

**Çözüm 8**

Mert' in yerini değiştirmesi gereken parçacıklar Higgs ile d kuarktır.

Cevap C

**Çözüm 9**

Hadronlar kendi içinde baryonlar ve mezonlar olmak üzere iki alt grup parçacık ailesinden oluşur.

(II.Doğru)

Tüm hadronlar kuarklardan oluşmuştur. Baryonlar üç kuarktan, mezonlar ise bir kuark ile bir antikuarkın güçlü kuvvet aracılığı ile biraraya gelmesinden oluşmuştur.

(I.Yanlış)

Baryonların kütlesi mezonlardan daima daha fazladır. Proton, baryonların en hafif parçacığıdır. Hadronların en hafif parçacığı değildir.

(III.Yanlış)

Cevap E

**Çözüm 10**

Fermiyonlar maddesel ve kütleli parçacıklardır.

Higgs mekanizmasına göre, fermiyonlar Higgs alanı içinde Higgs bozonu ile etkileşmelerinden dolayı kütle kazanırlar.

(I.Doğru)

Higgs alanı ile parçacıkların etkileşmesi Higgs bozonu aracılığı ile gerçekleşir.

(II.Doğru)

Kütlesi olmayan parçacıklar (foton ve gluon), Higgs alanı ile etkileşmeye girmedikleri için kütle kazanamazlar.

(III.Doğru)

Cevap E

## Test - 5

**Çözüm 1**

$^{34}_{16}S$ gösteriminde 34, atomun kütle numarasıdır.

(III.Doğru)

16, atomun atom numarasıdır. Atom numarası ise proton sayısına eşittir.

(I.Doğru)

Kütle numarası, proton sayısı ile nötron sayısının toplamına eşittir.

Bu durumda atomdaki nötron sayısı,

$34 - 16 = 18$ dir.

(II.Doğru)

Cevap E

Fen Yayınları

**Çözüm 2**

Atom çekirdeklerinin kararlılığını belirleyen etkenlerden biri nükleon başına düşen bağlanma enerjisinin büyük olması bir diğeri ise $\frac{n}{p}$ oranının 1 e yakın olmasıdır.

(I. ve II.Doğru)

Kararlı çekirdekler bozunma geçirmezler.

(III.Doğru)

Cevap E

**Çözüm 3**

Kararsız çekirdekler bozunma geçirerek kararlı hale gelirler.

Bu bozunmalardan $\alpha$ bozunmasında hem proton hem nötron sayısı azalırken, $\beta^-$ bozunmasında nötron sayısı azalıp proton sayısı artar. $\beta^+$ bozunmasında kütle numarası değişmezken proton sayısı azalıp nötron sayısı artar.

(I. ve II. Doğru)

Bozunmalarda kütle numarası değişmeyebilir ya da azalabilir.

(III.Yanlış)

Cevap A

# ÇÖZÜMLERİ

### Çözüm 4

Radyoaktif bozunmalardan sadece gama bozunmasında atom numarası değişmez.

Cevap A

### Çözüm 5

${}^{24}_{12}Mg \rightarrow {}^{24}_{12}Mg + X$

bozunmasında ${}^{24}_{12}Mg$ çekirdeğinin atom ve kütle numarası değişmediği görülmektedir.

Bu durumda ${}^{24}_{12}Mg$ çekirdeği $\gamma$ bozunması geçirerek dışarıya $\gamma$ fotonu fırlatmıştır.

Bundan dolayı X parçacığı $\gamma$ fotonu olmalıdır.

${}^{234}_{90}Th \rightarrow {}^{234}_{91}Pa + Y + \overline{\nu}$

bozunmasında ${}^{234}_{90}Th$ çekirdeğinin kütle numarası değişmemiş, atom numarası ise 1 artmıştır.

Bu durumda ${}^{234}_{90}Th$ çekirdeği $\beta^-$ bozunması geçirmiştir.

Dışarıya fırlattığı Y parçacığı da $\beta^-$ parçacığı olmalıdır.

Cevap A

### Çözüm 6

Radyoaktif bir çekirdek $\alpha$ bozunumu geçirdiğinde atom numarası yani proton sayısı 2 azalır.

(I.Doğru)

Kütle numarası 4 azalır.

(II.Doğru)

Bozunma sonucu atom ve kütle numarası farklı yeni bir çekirdek oluşur.

(III.Doğru)

Cevap E

FiT Yayınları

### Çözüm 7

Radyoaktif çekirdekler $\beta^+$ bozunması geçirdiklerinde dışarıya pozitron parçacığını fırlatırlar.

(I.Doğru)

Bu bozunmada kütle numarası değişmez, bir proton bir nötrona dönüşür.

(II.Doğru, III.Yanlış).

Cevap C

### Çözüm 8

${}^{238}_{92}U$ çekirdeği iki kez $\alpha$ bozunması geçirdiğinde atom numarası 4, kütle numarası 8 azalır.

Bu durumda atom numarası 88, kütle numarası 230 olur.

Oluşan çekirdek bir kez de $\beta^-$ bozunması geçirdiğinde kütle numarası değişmez, atom numarası ise 1 artar.

Son durumda oluşan çekirdeğin atom numarası 89, kütle numarası 230 olur.

Cevap D

### Çözüm 9

Radyoaktif atom çekirdekleri;

$\beta^-$, $\beta^+$ ya da $\gamma$ bozunması geçirdiklerinde çekirdeğin kütle numarası değişmez.

Cevap E

### Çözüm 10

Çekirdekteki bir nötronun bir protona dönüştüğü bozunma $\beta^-$ bozunmasıdır.

Bu bozunma sonucunda; atom numarası 1 artar.

(I.Doğru)

Çekirdekten dışarıya ise ${}^{0}_{-1}e$ ve $\overline{\nu}_e$ parçacıkları fırlatılır.

(II. ve III.Doğru)

Cevap A

## Ünite Tarama - 1 (Test - 6)

### Çözüm 1

Fotonlar ile uyarılmış hidrojen atomlarından en büyük enerjili ışıma olarak Lyman $\beta$ ışıması gözleniyorsa, atomun n = 3 e uyarılması gerekir. Bunun için de atomu uyaracak fotonların enerjisi 12,10 eV olmalıdır.

(I.Doğru)

Balmer' in $H_\beta$ ışıması, elektronun n = 4 ten n = 2 ye geçmesi ile oluşur. Atom n = 3 e uyarıldığı için bu ışıma gözlenmez.

(II.Yanlış)

Elektron önce n = 3 ten n = 2 ye, daha sonra da n = 2 den n = 1 e geçiş yaparak temel hale gelebilir. Bu durumda atomdan Balmer' in $H_\alpha$ ve Lyman $\alpha$ ışımaları birlikte gözlenir.

(III.Doğru)

Cevap D

### Çözüm 2

Temel haldeki hidrojen atomunun elektronu, 3.cü uyarılma enerji seviyesine uyarılarak n = 4 yörüngesine çıkarılmış olur.

Elektronun temel hale dönüşünde atomdan iki foton yayınlanabilmesi için elektronun iki geçiş yaparak n = 1 e gelmesi gerekir.

Bunun için de elektron;

önce n = 4 ten n = 3 e, sonra da n = 3 ten n = 1 e geçmelidir.

Bu geçişlerde atomdan Paschen ışıması ve Lyman $\beta$ ışıması gözlenir.

önce n = 4 ten n = 2 ye, sonra da n = 2 den n = 1 e geçmelidir.

Bu geçişlerde atomdan Balmer $\beta$ ışıması ve Lyman $\alpha$ ışıması gözlenir.

Buna göre, bu hidrojen atomundan Lyman $\gamma$ ışıması ile Balmerin $\alpha$ ışıması kesinlikle gözlenmez.

Cevap B

### Çözüm 3

Hubble Yasasına göre, galaksiler birbirinden uzaklaşmakta ve evren her yöne genişlemektedir.

Yapılan çalışmalar ve ölçümlerle galaksilerden Dünya' ya ulaşan ışıkların dalga boylarında artış gözlenerek ışığın renginin kırmızıya doğru kaydığı keşfedilmiştir.

(I.Doğru)

Evren genişlerken, galaksiler birbirinden uzaklaşırlar. Bundan dolayı galaksiler Dünya' dan da uzaklaşmış olurlar.

(III.Doğru)

Galaksilerin kendi içinde genişleme gözlenmez.

(II.Yanlış)

Cevap A

### Çözüm 4

$E_n = -R.\frac{Z^2}{n^2}$ ifadesine göre elektronun bulunduğu yörüngedeki enerjisi hesaplanırsa;

n = 1 (temel hal) için,

$E_1 = -R.\frac{1^2}{1^2} = -E$ olmaktadır.

n = 3 için,

$E_3 = -R.\frac{1^2}{3^2} = -\frac{E}{9}$ bulunur.

Cevap B

Fi! Yayınları

## ÇÖZÜMLERİ

### Çözüm 5

Elektronun, bir sezyum atomunu iyonlaştırabilmesi için enerjisi verilen diyagrama göre,

en az 3,87 eV olmalıdır.

Bu elektron ikinci bir sezyum atomu ile etkileşip bu atomu da uyarabilmesi için,

en az 1,38 eV daha enerjiye sahip olmalıdır.

Buna göre elektronun sahip olması gereken toplam enerji en az, 3,87 + 1,38 = 5,25 eV olmalıdır.

Cevap C

### Çözüm 7

Temel haldeki civa atomunun elektronunun açısal momentumu $\frac{3h}{2\pi}$ artırıldığında açısal momentumu,

$\frac{h}{2\pi} + \frac{3h}{2\pi} = \frac{4h}{2\pi}$ olur.

Bunun olması için de elektronun n = 4 yörüngesine uyarılması gerekmektedir.

Diyagrama göre n = 4 yörüngesinin enerjisi 8,84 eV tur.

Buna göre; 8,84 eV enerjili foton atomu n = 4 e uyarır.

(I.Doğru)

10,4 eV enerjili foton atomu iyonlaştırır.

(II.Yanlış)

9,24 eV kinetik enerjili elektron atomu n = 4 yörüngesine uyarabilir.

(III.Doğru)

Cevap D

Prf Yayınları

### Çözüm 6

$\beta^-$ bozunması geçiren atom çekirdeklerinden dışarıya $_{-1}^{0}e$ elektron ile $\overline{\nu}_e$ antielektron nötrinosu fırlatılır.

Verilen bozunma tepkimesindeki X parçacığı da antielektron nötrinosudur.

(II.Doğru)

Antielektron nötrinosu lepton ailesine ait bir parçacıktır.

(I.Doğru)

Bir fermiyon olduğu için bozon sınıfı içinde yer almaz.

(III.Yanlış)

Cevap D

### Çözüm 8

Milikan, yaptığı yağ damlası deneyi ile elektronun yük miktarını $1{,}6.10^{-19}$ C olarak hesaplamıştır.

(I.Doğru)

Daha önce Thomson' un elektron için bulduğu $\frac{e}{m}$ değerinden yararlanarak elektronun kütlesini hesaplamıştır.

(II.Doğru)

Pozitif ya da negatif yüklü maddelerin yük miktarının elektron yükünün tam katlarına karşılık geldiğini bulmuştur.

(III.Doğru)

Cevap E

# Ünite Tarama - 2 (Test - 7)

**Çözüm 1**

Leptonlar doğada serbest olarak bulunabilir.

(I.Doğru)

Leptonlar, kütleleri hadronlardan daha küçük olan hafif parçacıklardır.

(II.Doğru)

Nötrinolar lepton ailesine ait parçacıklardır.

(III.Yanlış)

Cevap B

**Çözüm 2**

Mezonlar, bir kuark ve bir anti kuarktan oluşurlar.

(I.Doğru)

Mezonlar, hadronların içinde yer alan bir alt parçacık ailesidir.

(II.Doğru)

Pion, mezon ailesine ait bir parçacıktır.

(III.Doğru)

Cevap A

**Çözüm 3**

Kuarklar, leptonların ve bozonların içinde bulunmaz.

Bundan dolayı elektron, notrino ve graviton kuark içermeyen parçacıklardır.

Cevap C

**Çözüm 4**

Güçlü çekirdek kuvvetini taşıyan bozon gluondur.

Cevap A

**Çözüm 5**

Foton, bozon ailesine ait bir parçacıktır.

Cevap C

**Çözüm 6**

$\frac{n}{p}$ oranı 1 e yakın olan atom çekirdekleri kararlı yapıdadır.

(I.Doğru)

$\frac{n}{p}$ oranı 1 den büyük olan atom çekirdekleri nötron sayısını azaltarak kararlı hale geçerler. Bunun için de $\beta^-$ ışıması yaparlar.

(II.Doğru)

$\frac{n}{p}$ oranı 1 den küçük olan atom çekirdekleri proton sayısını azaltarak kararlı hale geçerler. Bunun için de $\beta^+$ ışıması yaparlar.

(III.Doğru)

Cevap D

Fril Yayınları

**Çözüm 7**

Grafiğe göre; radyoaktif X elementinin geçirdiği bozunmada kütle numarası değişmezken atom numarası 2 artmaktadır.

Bu durumda X elementi 2 kez $\beta^-$ bozunması geçirmiştir.

Daha sonra ise oluşan çekirdeğin geçirdiği bozunma sonucu atom numarası 2, kütle numarası ise 4 azalmıştır.

Bunun olması için de 1 kez $\alpha$ bozunması geçirmiş olmalıdır.

Cevap D

**Çözüm 8**

Radyoaktif çekirdekler gama ışıması yaparak kararlı hale geçebilirler.

(III.Doğru)

Uygun enerjideki bir elektron ile antiparçacığı olan bir pozitron çarpıştırıldığında kütle enerjiye dönüşerek elektron ile pozitron yok olur ve bunun karşılığında gama ışını oluşur. Bu olaya çift yok olma tepkimesi denilir.

(II.Doğru)

Çift oluşumu tepkimelerinde gama ışıması oluşmaz, gama ışınlarından elektron ve pozitron oluşur.

(I.Yanlış)

Cevap C

**Çözüm 9**

Nükleer fisyon olayı, atom numarası büyük radyoaktif çekirdeklerin, nötronlar ile parçalanması sonucu oluşur.

(I.Doğru)

Parçalanan radyoaktif çekirdekten daha hafif ve kararlı iki çekirdek oluşurken dışarıya da büyük bir enerji açığa çıkar.

(II.Doğru)

Nükleer fisyon reaksiyonları, nükleer güç santrallerinde gerçekleştirilir ve açığa çıkan enerji günlük yaşamda ihtiyaç duyulan elektrik enerjisine dönüştürülür.

(III.Doğru)

Cevap D

**Çözüm 10**

Nükleer füzyon reaksiyonlarında, uygun şartlarda atom numarası küçük radyoaktif çekirdekler birleşerek kararlı ve daha ağır atom çekirdekleri oluşur.

(I.Doğru)

Nükleer güç santrallerinde üretilen enerji, fisyon yolu ile elde edilir.

(II.Yanlış)

Güneş'te, hidrojen çekirdekleri füzyon reaksiyonları ile birleşerek helyumu oluştururlar ve bu reaksiyon sonucunda nükleer enerji oluşur.

(III.Doğru)

Cevap B

Fi Yayınları

# ÜNİTE 7
# MODERN FİZİK

PRF YAYINLARI
Hedefine Paraf At

# ÖZEL GÖRELİLİK

## MİCHELSON-MORLEY DENEYİ

Elektromanyetik dalgaların yayılması için maddesel bir ortamın gerekli olduğunu düşünen bilim insanları uzayın ether adı verilen bir ortamla dolu olduğunu öne süren ether hipotezini ortaya atmışlardır.

- Ether hipotezine göre evren tamamen ağırlığı olmayan bir maddeyle doludur ve evrendeki her şey bu maddenin içindedir.
- Michelson ve Morley, 1887 yılında esirin var olup olmadığını açıklayabilmek için interferometre adını verdikleri bir deney düzeneği hazırladılar.
  - İnterferometrede bir ışık kaynağından çıkan ışık ışınları yarı geçirgen bir filtre ile ikiye ayrılır ve iki ışın demeti birbirlerine dik doğrultularda hareket ettirilir. Demetler eşit uzaklıktaki aynalardan yansıyıp geri döndüklerinde, oluşturdukları girişim deseni incelenir.
  - Bu deneyde, Dünya'nın hareket hızının doğrultusunda hareket eden ışık demetinin hızının değişmesi sonucu, oluşan girişim deseninde farklılık görmek amaçlanmıştır.
  - Fakat beklendiği gibi bir sonuçla karşılaşılmadı. Deney farklı ortamlarda ve doğrultularda defalarca denenmesine rağmen sonuç değişmemiştir.
- Michelson-Morley deneyi sonucuna göre,
  - Ether hipotezinin geçerli olmadığı ispatlandı.
  - Boşluktaki ışık hızının her doğrultu ve yönde aynı değere sahip olduğu ortaya konuldu.
  - Işığın yayılmak için hiçbir ortama gerek duymayan bir elektromanyetik dalga olduğu görüşü ağırlık kazandı.

## ÖZEL GÖRELİLİK KURAMI

Newton'a göre uzay ve zaman kavramları mutlak olup, cisimlerin ulaşabilecekleri hızın bir üst sınırı yoktu. Fakat bilim insanları 20. yy da yaptıkları bazı deneylerde, ışık hızına yaklaşan taneciklerin Newton kanunlarına uymadıklarını gözlemlediler.

Bunun sonucunda, bilim insanları ışık hızının; ışık kaynağının ya da gözlemcinin hareketinden bağımsız olduğu ve ışığın her koşulda c ışık hızıyla hareket ettiğini söylediler.

Tüm bu gelişmeler ışığında, 1905 yılında Einstein özel görelilik kuramını ortaya atmıştır.

- İki temel postülası bulunan bu kurama göre,
  - 1. Postüla: Fizik yasaları tüm eylemsiz referans sistemlerinde aynıdır.
  - 2. Postüla: Işığın boşluktaki hızı, tüm eylemsiz referans sistemlerinde sabittir. Bu hız değeri $c = 3.10^8$ m/s dır.

## GÖRELİ ZAMAN VE GÖRELİ UZUNLUK

### Göreli Uzunluk

Bir cismin durgun olduğu referans sisteminde ölçülen uzunluğuna **mutlak uzunluk** denir. Hareketli bir gözlem çerçevesinde mutlak uzunluğun farklı olarak ölçülen değerine **göreli uzunluk** denir.

- Işık hızına yakın v hızıyla hareket eden şekildeki gibi bir çubuğun hareket doğrultusundaki boyu, yerdeki durgun gözlemci tarafından, daha kısa olarak ölçülür. Bu duruma **uzunluk büzülmesi** denir.

### Göreli Zaman

Einstein'ın 2.postülasına göre, ışık hızına yakın hızlarla hareket eden araç içinde ışığın hızının yine c değerinde ölçülebilmesi için araç içindeki zamanın daha yavaş akması gerekir.

Bir olayın durgun olduğu referans sisteminde ölçülen zamanına **mutlak zaman** denir. Hareketli bir gözlem çerçevesinde mutlak zamanın farklı olarak ölçülen değerine **göreli zaman** denir.

- Işık hızına yakın v hızıyla hareket eden bir aracın içinde gerçekleşen bir olayın gerçekleşme süresi, yerdeki durgun gözlemci tarafından, daha uzun sürede gerçekleşiyor gibi ölçülür. Bu duruma **zamanın genişlemesi** denir.
- İkizler paradoksu, zamanın genişlemesi ile ilgili ortaya atılan önemli bir düşünce deneyidir. Buna göre, ikiz kardeşlerden biri roketle ışık hızına yakın bir hızla Dünya'dan uzaklaşırken, diğer kardeş Dünya'da kalır. Roketteki kardeş kendini durgun Dünya'yı ise ışık hızına yakın bir hızla kendinden uzaklaşıyor gördüğü için roketteki kardeşe göre Dünya'daki kardeş daha yavaş yaşlanacaktır. Dünya'daki kardeş ise kendini durgun roketteki ikiz kardeşini ise ışık hızına yakın bir hızla kendinden uzaklaşıyor gördüğü için Dünya'daki kardeşe göre roketteki kardeş daha yavaş yaşlanacaktır. Her iki kardeş kendisinin yaşlı ve diğerinin daha genç olduğunu iddia ettiği için burada bir paradoks vardır. Paradoksun çözümü özel değil genel görelilikle yapılabilir.
  - Dünya'daki kardeş haklıdır. Çünkü roketteki ikiz, gidip geri gelirken hızlanma ve yavaşlama yani ivmeli hareket yapar. Bu nedenle, özel görelilik değil genel görelilik kuralları geçerli olacağından, buluştuklarında, Dünya'daki kardeş daha yaşlıdır.

### Kütle-Enerji Eşdeğerliği

Einstein'ın geliştirdiği kütle-enerji eşdeğerliği, $E = mc^2$ denklemi ile ifade edilir. Bu denkleme göre, madde ile enerji birbirine dönüşebilmektedir. Özellikle çekirdek ve parçacık fiziğinde kütle-enerji eşdeğerliğinden faydalanılmakta ve denklemin doğruluğu tescil edilmektedir.

Fırt Yayınları

## Örnek - 1

Şekildeki çubuk duruyorken, yerde durmakta olan bir gözlemci çubuğun boyunu L olarak ölçüyor. Daha sonra çubuk x ekseni üzerinde sabit $v_1 = 0,6c$ ve $v_2 = 0,8c$ hızları ile hareket ettiğinde boyu sırası ile $L_1$ ve $L_2$ olarak ölçüyor.

**Buna göre; L, $L_1$ ve $L_2$ arasındaki ilişki nedir?**
(c, ışık hızı)

A) $L_2 < L_1 < L$
B) $L < L_1 < L_2$
C) $L < L_2 < L_1$
D) $L_1 < L_2 < L$
E) $L = L_1 = L_2$

### Çözüm

Yerdeki durgun gözlemciye göre, çubuk ışık hızına yakın bir hızla hareket ettiğinde, hareket doğrultusu üzerinde çubuğun boyunda kısalma gözlenir. Çubuğun hızı arttıkça kısalma daha da fazla olur.

Buna göre, yerdeki durgun gözlemciye göre çubuğun boyu en uzun çubuk duruyorken ölçülürken en kısa ise 0,8c büyüklüğündeki hızla hareket ediyorken ölçülür. Bu durumda,

$L_2 < L_1 < L$ olur.

Cevap A

## Örnek - 2

**Modern fiziğin içerisinde yer alan aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır.**

A) Işık hızı, tüm eylemsiz referans sistemlerinde aynıdır.
B) Özel görelilik kuramı sadece eylemsiz referans sistemlerinde geçerlidir.
C) Michelson - Morley deneyi ile bir zaman aralığının farklı gözlem çerçevelerinde farklı ölçüleceği anlaşılmıştır.
D) Özel görelilik kuramında mutlak zaman ve mutlak uzunluk kavramı yoktur.
E) Einstein' a göre kütle ile enerji birbirinin eşdeğeridir.

### Çözüm

Bir zaman aralığının farklı gözlem çerçevelerinde farklı ölçülmesi Einstein' ın özel görelilik teorisinin bir sonucu olan zamanın göreliliğidir.

Michelson - Morley deneyi zamanın göreliliğini ortaya koymaz.

Cevap C

Fi Yayınları

## Örnek - 3

Işık hızının tüm eylemsiz referans sistemlerinde aynı olmasının sonuçlarından biri de zaman genişlemesidir.

**Buna göre,**

I. İkizler paradoksundaki ikizlerden birinin diğerine göre daha genç kalması.
II. Hızlandırılmış parçacıkların çarpışmaları sonucu yeni oluşan parçacıkların gözlenmesi.
III. Atomik kronometrelerde eş zamanlı kurulan saatlerden birinin hızlandırıldığında diğerine göre geri kalması.

**olaylarından hangilerinde zaman genişlemesi görülür?**

A) Yalnız I
B) I ve II
C) I ve III
D) II ve III
E) I, II ve III

### Çözüm

İkizler paradoksunda ikizlerden biri Dünya'daki durgun halde bulunan ikiz kardeşine göre ivmeli bir gözlem çerçevesi içinde olduğu için Dünya'ya döndüğünde zaman genişlemesinden dolayı Dünya'daki kardeşine göre daha genç kalır. (I.Doğru)

Atom altı parçacıklar gözlenemeyecek kadar büyük bir hızla hemen kaybolurlar. Bundan dolayı parçacıklar ışık hızına yakın hızlara kadar hızlandırılarak parçacıklar için zamanın daha yavaş akması sağlanır. Böylece zaman genişleyerek parçacıklar gözlenir. (II.Doğru)

Atomik kronometreler eş zamanlı kurulup biri yüksek hızda hareket ettirildiğinde zamanın yavaşlaması nedeniyle diğer kronometrelere göre geri kalır. Bu olayda da zaman genişlemesi görülmektedir. (III.Doğru)

Cevap E

## Örnek - 4

**Işık hızına yakın hızla Dünya'dan uzaklaşan bir astronot,**

I. Dünya'daki gözlemciye göre, daha yavaş yaşlanır.
II. Dünya'daki gözlemciye göre, boyu artar.
III. Dünya'daki gözlemciye göre, kütlesi artar.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I
B) Yalnız II
C) Yalnız III
D) I ve III
E) II ve III

### Çözüm

Dünya'daki durgun gözlemciye göre, astronot daha yavaş yaşlanır ve hareket doğrultusundaki boyu kısalır. Kütlesinde bir değişme olmaz. (I.Doğru, II. ve III.Yanlış)

Cevap A

**1.** **Michelson - Morley deneyinde,**

I. Ether ortamının varlığını ispatlamak.

II. Işık hızının, etherdeki dalgalanmalardan etkilenip değişebileceğini ispatlamak.

III. Hava ortamından su ortamına geçiş yapan ışığın yüzey normaline yaklaşarak kırılmasını açıklamak.

**yukarıdakilerden hangileri amaçlanmıştır?**

A) II ve III B) I ve III C) I ve II
D) I, II ve III E) Yalnız I

**2.** **Michelson - Morley deneyi sonucunda,**

I. Ether hipotezinin geçersiz oluşu,

II. Işık hızının boşlukta her doğrultu ve her yönde aynı değere sahip olduğu,

III. Gözlemcinin hareketinin ışık hızını değiştirdiği,

**yukarıdakilerden hangilerine ulaşılmıştır?**

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

**3.** **Özel görelilik kuramına göre,**

I. Farklı eylemsiz referans sistemindeki gözlemciler zamanı aynı ölçerler.

II. Farklı eylemsiz referans sistemindeki gözlemciler hareket doğrultusundaki uzunlukları farklı ölçerler.

III. Farklı eylemsiz referans sistemindeki gözlemciler için kütle değişmezdir.

**yukarıdakilerden hangileri doğrudur?**

A) I ve II B) I ve III C) II ve III
D) Yalnız III E) Yalnız I

**4.** Einstein 1905 yılında özel görelilik kuramını açıklayarak fizikte uzay ve zamana yeni bir bakış açısı kazandırmıştır.

**Buna göre, özel görelilik kuramı,**

I. Fizik yasaları tüm eylemsiz referans sistemlerinde aynıdır.

II. Işık, tüm evreni doldurduğu kabul edilen ether ortamı içinde yayılır.

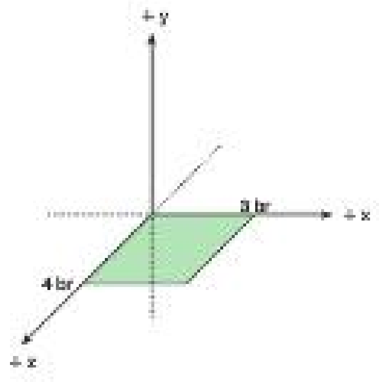
III. Işık hızı, gözlemci ve ışık kaynağının hızından bağımsız olarak tüm eylemsiz referans sistemlerinde aynıdır.

**yukarıdaki varsayımlardan hangileri ile açıklanır?**

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II
D) II ve III E) I ve III

... Yayınları

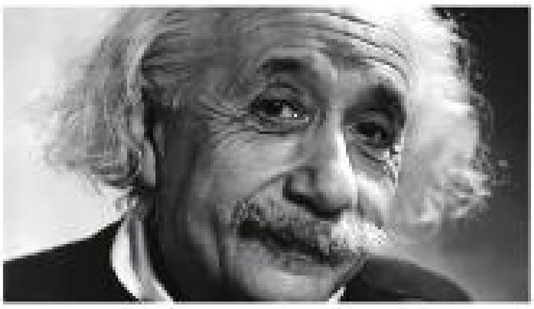
**5.** Kenar uzunlukları 3 br ve 4 br olan olan şekildeki dikdörtgen biçimli levha ışık hızına yakın bir hızla hareket ettirildiğinde, yerden bakan bir gözlemci dikdörtgen levhayı kare biçiminde gözlemliyor.




**Buna göre, yerdeki durgun bir gözlemciye göre levha hangi yönde hareket etmekte olabilir?**

A) – y B) – z C) + x
D) – x E) + y

**6.** Einstein, ışık hızının hep aynı ölçülebilmesi için farklı gözlem çerçevelerinde zamanın farklı akması gerektiğini düşünür.



**Buna göre,**

I. Bir olayın gerçekleştiği durgun gözlem çerçevesinde ölçülen zamana mutlak zaman denilir.

II. Olayın gerçekleştiği gözlem çerçevesine göre ışık hızına yakın bir hızla hareket eden gözlem çerçevesinden ölçülen zamana göreli zaman denir.

III. Olaya göre hareketli gözlemciler için zaman genişleyerek olayın gerçekleşme süresi mutlak zamandan daha fazla ölçülür.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I B) II ve III C) I ve III
D) I ve II E) I, II ve III

**7.** **Michelson - Morley deneyinin sonuçları ile Einstein' ın özel görelilik kuramının varsayımlarında ışığa ait,**

I. Işık hızı, boşlukta her doğrultuda aynı değerdedir.

II. Işığın yayılması için ether ortamına gerek yoktur.

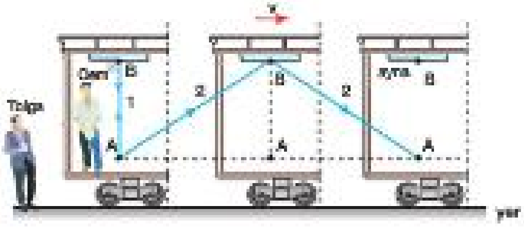
III. Işık tanecikli bir yapıdadır.

**yukarıdaki özelliklerden hangileri ortaktır?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve III E) I, II ve III

Fi' Yayınları

**8.** Tolga ve Cem tasarladıkları bir düşünce deneyi ile özel görelilik kuramına göre zamanın göreliliğini anlamaya çalışıyorlar. Tasarladıkları deneyde, şekildeki gibi ışık hızına yakın bir v hızı ile hareket eden bir vagonun içinde vagona göre durgun olan Cem, vagonun A noktasındaki ışık kaynağını çalıştırıp tavandaki aynadan yansıyarak tekrar A noktasına dönmesini gözlerken bu olayı Tolga ise yerde yere göre durgun olarak gözlüyor.




**Buna göre,**

I. Tolga ve Cem, kaynaktan çıkan ışığın aynı hız değeri ile yayıldığını görür.

II. Işık, kaynaktan çıkıp tekrar kaynağa geri dönerken, Cem' e göre 1 yolunu Tolga' ya göre 2 yolunu izler.

III. Tolga, ışığın kaynaktan çıkıp tekrar kaynağa geri dönmesi için geçen zamanı Cem' e göre daha uzun ölçer.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III

**9.** I. Hareketsiz duran bir gözlemci,

II. Düzgün doğrusal hareket yapan bir gözlemci,

III. Düzgün hızlanan hareket yapan bir gözlemci,

**Yukarıdakilerden hangisi eylemsiz referans sistemi olarak kabul edilebilir?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) II ve III

Test - 1 1-C 2-B 3-C 4-E 5-B 6-E 7-A 8-E 9-D

**1.** I. Bir astronot, ışık hızına yakın sabit hızla hareket eden uzay mekiği içindeki saatte okuduğu değer ile aynı anda Dünya' daki merkez ile görüştüğünde mekezdeki saatin daha ileride olduğunu öğreniyor.

II. İkiz kardeşlerden biri, Dünya' dan 10 ışık yılı uzaklıktaki bir gezegene ışık hızına yakın bir hızla hareket eden bir uzay mekiği ile gidip tekrar Dünya' ya geri döndüğünde Dünya' daki kardeşinden daha genç olduğunu görüyor.

III. Işık hızına yakın sabit bir hızla hareket eden uzay mekiğine bakan yerde durmakta olan bir gözlemci, uzay mekiğinin boyunu, uzay mekiğinin durgun boyundan daha kısa görüyor.

**I, II, III ile verilenlerden hangileri zamanın göreliliği ile ilgilidir?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) II ve III

**2.** Özel görelilik kuramının sonuçlarından biri de uzunlukların göreli oluşudur.

**Buna göre,**

I. Işık hızına yakın bir hızla hareket eden bir gözlemci, Dünya'daki durgun bir cismin boyunu daha kısa ölçer.

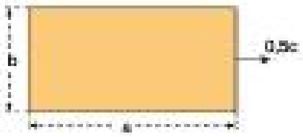
II. Uzunluk büzülmesi sadece gözlemcinin hareketi doğrultusunda oluşur. Hareket doğrultusuna dik doğrultuda kısalma gözlenmez.

III. Cisme göre hareketli gözlemcinin hızı artırıldığı sürece gözlemcinin gördüğü boydaki kısalma artar.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve III E) I, II ve III

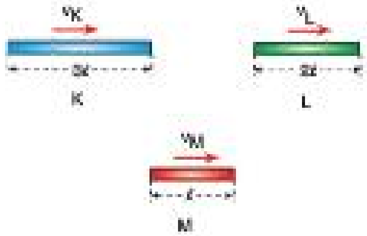
**3.** Kenar uzunlukları a, b olan şekildeki dikdörtgen biçimli levha, yerde 0,5c büyüklüğündeki sabit hızla gösterilen yönde hareket etmektedir.




**Buna göre, yere göre durgun bir gözlemci levhaya bakarken a ve b kenar uzunluklarını nasıl görür?**
(c : Işık hızı)

| | a | b |
|---|---|---|
| A) | Azalmış | Azalmış |
| B) | Azalmış | Artmış |
| C) | Azalmış | Değişmemiş |
| D) | Artmış | Değişmemiş |
| E) | Değişmemiş | Değişmemiş |

**4.** Yere göre duruyorken boylarının uzunlukları sırası ile 3ℓ, 2ℓ, ℓ olan şekildeki K, L, M çubukları ışık hızına yakın $v_K$, $v_L$, $v_M$ sabit hızları ile hareket ettirilirken yerde durgun bir gözlemci tarafından ölçülen uzunlukları birbirine eşit oluyor.

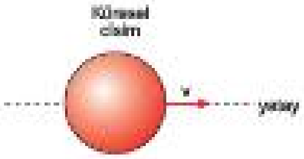



**Buna göre; $v_K$, $v_L$, $v_M$ arasındaki ilişki nedir?**
(c : Işık hızı)

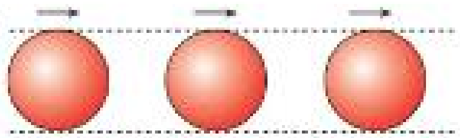
A) $v_M < v_L < v_K$ B) $v_L < v_M < v_K$
C) $v_L < v_K < v_M$ D) $v_K < v_L < v_M$
E) $v_K < v_M < v_L$

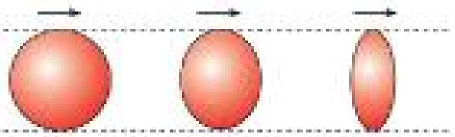
Fr! Yayınları

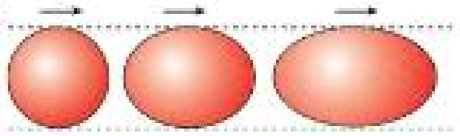
5. Küresel bir cisim, ışık hızına yakın sabit bir v hızı ile yatay doğrultuda hareket ederken yerde durmakta olan gözlemci tarafından şekildeki gibi görülüyor.

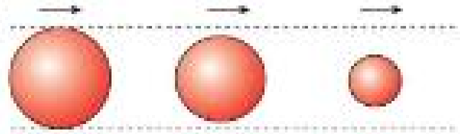


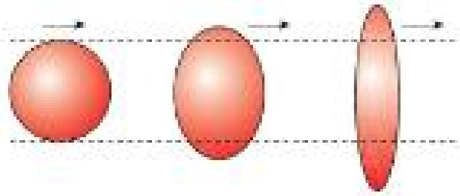

**Buna göre; küresel cisim sürekli hızını artırır ise yerdeki durgun gözlemci tarafından aşağıdakilerden hangisi gibi görülür?**

A) 

B) 

C) 

D) 

E) 

6. **Einstein' ın $E = m.c^2$ formülüne göre,**

I. Kütle ile enerji birbirine dönüşebilir.

II. Kütle, ancak ışık hızı ile hareket ettirildiğinde enerjiye dönüşür.

III. Radyoaktif çekirdek dönüşümlerinde formülün geçerli olduğu görülür.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve III E) I, II ve III

7. **Zaman genişlemesine örnek olarak,**

I. Biri yere diğeri de jet uçağına konularak yolculuk ettirilen özdeş iki atom saatinden jetteki saatin geride kalması.

II. Işığın kırıcılık indisi büyük ortama girdiğinde yavaşlaması.

III. Biri Dünya'da diğeri Ay'da bulunan özdeş iki basit sarkaçtan aydakinin daha yavaş çalışması.

**olaylarından hangileri verilebilir?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I, II ve III

Fır Yayınları

8. Bir elektron ile antiparçacığı olan pozitron çarpıştırıldığında elektron ile pozitron yok olur. Bu olaya çift yok olması denir.

**Buna göre,**

I. Kaybolan kütle enerjiye dönüşmüştür.

II. Oluşan enerji $E = m.c^2$ ile hesaplanır.

III. Çift yok olması Einstein' ın kütle - enerji eşdeğerliliği ilkesini ispatlamaktadır.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız II B) I ve II C) II ve III
D) I ve III E) I, II ve III

Test - 2 1-D 2-E 3-C 4-A 5-B 6-D 7-A 8-E

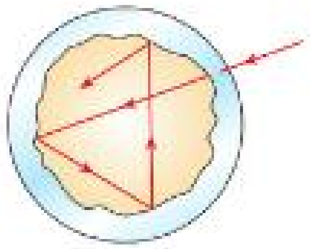
# KUANTUM FİZİĞİNE GİRİŞ

## SİYAH CİSİM IŞIMASI

Maddenin sıcaklığına bağlı olarak farklı frekanslarda ışıma yapmasına termal ışıma denir. Sıcaklığı mutlak sıcaklığın üstünde olan bütün maddeler termal ışıma yapar.

Üzerine düşen ışığın tamamını soğuran ve sıcaklığa bağlı olarak her dalga boyunda ışıma yapan cisimlere siyah cisim, bu cisimlerin sıcaklığa bağlı olarak yaptıkları ışımaya da **siyah cisim ışıması** denir. Güneş'den ve köz halindeki kömürden yayılan ışıma siyah cisim ışımasıdır.

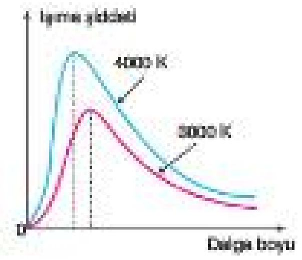
Siyah cisim ışıması, her tarafı kapalı içi oyuk bir cismin üzerindeki küçük bir delikten giren ışığın yansımalar sonucunda tamamen soğurulması neticesinde, sıcaklığı artan cismin termal ışıma yapması olayıdır.



Yapılan deneyler ile siyah cisimlerin bütün dalga boylarında ışıma yaptığı, bazı dalga boylarında ise ışımanın daha büyük şiddette olduğu kanıtlandı. Işımanın maksimum şiddette olduğu dalga boyu ise cismin sıcaklığıyla ters orantılı olarak azalır.

- Siyah cisimden yayınlanan ışımaların dalga boyları incelendiğinde, cismin sıcaklığı arttıkça iki belirgin etki gözlenmiştir.

  - **1. Etki:** Sıcaklık arttıkça dağılımın tepe noktası, daha kısa dalga boylarına doğru kayar.

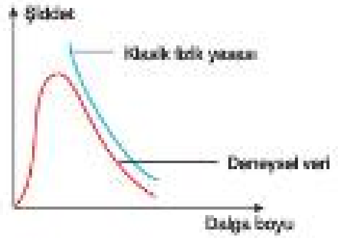



  - Kayma olayını açıklayan yasa Wien Yer değiştirme yasasıdır. Sıcaklığı Kelvin cinsinden T olan bir cisimden yayınlanan ışınımın tepe dalga boyu aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$\lambda_{max}.T = 2,898.10^{-3}\ m.K$$

  - **2.Etki:** Sıcaklığın artması ile cismin ışıma frekansı ve ışınım gücü artar. Grafiğin altında kalan alan,toplam ışıma gücünü vermektedir.

- Klasik fizik yasalarına göre, ışınımın sürekli bir dalga boyu dağılımına sahip olması ve ışınımın dalga boyu küçüldükçe maddenin yayacağı enerjinin sonsuz bir değere yaklaşması gerekmekteydi. Yapılan deneylerde elde edilen veriler bunun böyle olmadığını gösterdi. Klasik teori ile deneysel veriler arasındaki bu tutarsızlığa bilim insanları mor ötesi felaket ismini verdiler.




### Planck Hipotezi

Klasik fiziğin yetersiz kaldığı kara cisim olayını, Max Planck geliştirdiği formülle açıkladı. Planck'ın maddenin enerji paketçikleri halinde ışıma enerjisi yaydığını söylemesi ile modern fiziğin temeli atıldı.

- Max Planck, ortaya attığı bu yeni kuramda,

  - Işıma enerjisinin kuantumlar hâlinde soğurulup yayınlanabileceğini ve ışımanın frekansıyla doğru orantılı olduğunu ifade etmiştir. Atomun kuantum sayısı n, ışınımın frekansı f ve Planck sabiti h olmak üzere, ışınım yayan cisimlerden salınan ışınım enerjisi aşağıdaki formülle hesaplanabilir.

$$E = n.h.f$$

  - Moleküller, paketler halinde enerji yayınlar ve absobe ederler. Bu enerji paketlerine daha sonra **foton** ismi verilmiştir.

# FOTOELEKTRİK OLAY

## FOTON NEDİR?

Işığın bir enerjisi vardır. Bu enerji ışık tanecikleri yani fotonlar ile taşınır. O halde ışık enerjisi, ışığı taşıyan fotonların enerjisi olarak da tanımlanabilir. Frekansı f, dalga boyu λ olan bir fotonun enerjisi, aşağıdaki formülle hesaplanır. (c; ışık hızı, h; Planck sabiti, $6,62.10^{-34}$ J.s)

$$E = h.f \quad \text{ya da} \quad E = h.\frac{c}{\lambda}$$

- Fotonların enerjisi çok küçük olduğundan enerji birimi olan joule yerine elektronvolt (eV) birimi kullanılır. 1 voltluk potansiyel farkı altında hızlandırılan bir elektronun kazandığı kinetik enerjiye 1 eV denir. Fotonun enerjisi elektronvolt (eV) , dalga boyu angstrom (Å) cinsinden alınırsa, h.c değeri yaklaşık olarak 12400 eV.Å değerini alır. Buna göre, fotonun enerjisi aşağıdaki formülle de hesaplanabilir.

$$E = \frac{12400}{\lambda}$$

Frf Yayınları

- Bir ışık kaynağından birim zamanda yayılan toplam enerjiye ışık şiddeti denir. Bu enerji fotonlarla taşındığına göre ışık şiddeti, birim zamanda yayılan foton sayısı ile doğru orantılıdır. Işık kaynağı n tane foton yayıyorsa, kaynağın ışık şiddeti aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$E = n.hf \quad \text{ya da} \quad E = n.h\frac{c}{\lambda}$$

- Kaynak t sürede n tane foton yayınlıyorsa, kaynağın gücü aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$P = \frac{n.h.c}{\lambda.t}$$

## FOTOELEKTRİK OLAY

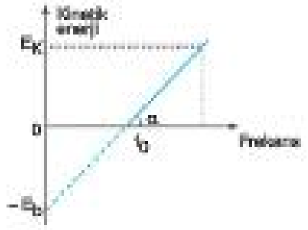
Işığın bir metale çarparak elektron sökmesi olayına **fotoelektrik olay**, kopan elektronlara **fotoelektron** denir. Elektronu kopartan ışık taneciklerine de **foton** adı verilir.

- Bir elektronu metalden koparmak için gerekli olan en küçük enerjiye **bağlanma (eşik) enerjisi** veya iş fonksiyonu denir. Bu enerjiyi sağlayan ışığın frekansına **eşik frekansı** ($f_0$), dalga boyuna da **eşik dalga boyu** ($\lambda_0$) denir.
- Eşik enerjisinden daha az enerjiye sahip fotonlar elektron sökemezler. Fotonların elektron sökebilmeleri için enerjilerinin eşik enerjisine eşit ya da daha büyük olması gerekir.
- Eşik enerjisinden daha büyük enerji taşıyan bir foton, eşik enerjisi kadarlık kısmını elektronu sökmede harcarken geriye kalan kısım da koparılan elektrona kinetik enerji olarak verilir.
  - Enerji korunumu kanunundan faydalanarak, fotonun enerjisi, bağlanma enerjisi ve fotoelektronun kinetik enerjisi arasındaki bağıntı, Einstein'ın fotoelektrik denklemi olarak adlandırılır.

$$E_{foton} = E_{bağlanma} + E_{kinetik}$$

### Fotoelektronların Maksimum Kinetik Enerjileri ile Gelen Fotonların Frekansı Arasındaki İlişki

Bir metale gönderilen ışığın frekansı belli bir değere ulaştığında metalden elektron koparır. Frekans artırılmaya devam ettikçe fotoelektronlarında kinetik enerjisi artar. Bu durumda ışığın frekansı ve fotoelektronların kinetik enerjisi arasındaki grafik şekildeki gibi olur.

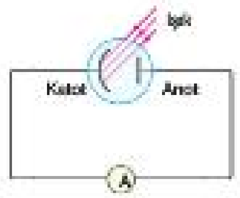



- Grafiğe göre $f_0$ frekanslı fotonlar yüzeyden elektron söker ama fırlatamaz. $f_0$ dan büyük frekanslı fotonlar yüzeyden elektron söker ve fırlatırlar.
- Benzer şekilde $\lambda_0$ dalga boylu fotonlar yüzeyden elektron söker ama fırlatamaz. $\lambda_0$ dan küçük dalga boylu fotonlar yüzeyden elektron söker ve fırlatırlar.
- Grafiğin eğimi tüm metaller için aynı ve Planck sabitine (h) eşittir.
- Fotoelektrik olayda, bir fotonun enerjisi ne olursa olsun metal yüzeyinden ancak bir elektron sökebilir.

### Fotonların Sahip Olduğu Maksimum Kinetik Enerji, Doyma Gerilimi ve Metalin Eşik Enerjisi Arasındaki İlişki

Üzerine düşürülen ışık enerjisini elektrik enerjisine dönüştüren düzeneklere **fotosel** denir. Fotosel devrede üretecin negatif kutbuna bağlı olan levhaya katot, pozitif kutbuna bağlı olan levhaya ise anot denir.

- Devrede bir akımın oluşması için gelen ışığın enerjisi bağlanma enerjisinden büyük olmalıdır. Devrede bir üreteç olmadan ışık düşürüldüğünde, katottan kopan elektronların bir kısmının anoda ulaşması sonucunda oluşan akıma fotoelektrik akım ($I_0$) denir.



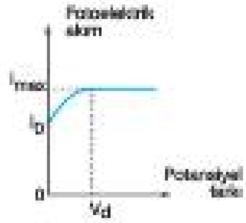

  - Metal yüzeyine düşürülen ışığın şiddetini (foton sayısını) artırmak, katot yüzeyini büyütmek, anot-katot levhaları arasındaki uzaklığı azaltmak, katot yüzeyine düşürülen fotonların enerjilerini artırmak, bağlanma enerjisi küçük metal kullanmak, ışık kaynağı noktasal ise ışık kaynağını katot levhasına yaklaştırmak ve anot yüzeyini büyütmek, $I_0$ akımını artırır.

- Fotosele bir üreteç şekildeki gibi bağlandığında, üreteç levhaları yüklenerek bu levhalar arasında bir elektrik alana neden olur. Oluşan elektrik alan etkisiyle katottan kopan fotoelektronların anoda ulaşma ihtimali artar. Bu durumda fotoelektrik akımı da artar.

- Potansiyel fark arttıkça fotoelektrik akımı da artar. Potansiyel farkı belli bir değerinden sonra akım maksimum değerine ulaşır. Akım maksimum değere ulaştığında katottan sökülen tüm elektronlar anoda ulaşmış olur. Gerilimi V olan bir üreteç kopan elektrona e.V kadar enerji kazandıracağından, enerji denklemi aşağıdaki gibi olur.

$$E_{foton} + e.V = E_{bağlanma} + E_{kinetik}$$

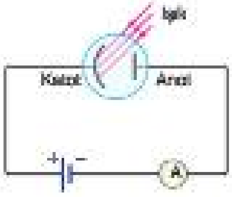
- Fotoelektronların hepsinin anoda ulaşmasını sağlayan potansiyel farkına doyma potansiyel fark ($V_d$), oluşan akıma doyma akımı veya maksimum akım ($I_{max}$) denir. Bu durumda akımın potansiyel farka bağlı grafiği şekildeki gibi olur.




**Not**

$I_{max}$ akımı sadece katot yüzeyine gelen foton sayısına bağlıdır.

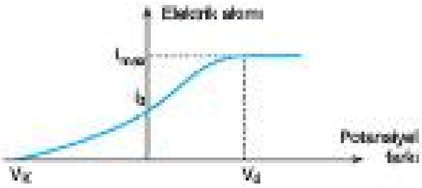
- Fotosele bir üreteç şekildeki gibi bağlandığında levhalar arasında zıt bir elektrik alan oluşarak katottan kopan fotoelektronların anoda ulaşmasını zorlaştırır. Anoda ulaşacak fotoelektronların sayısında azalma olacağından fotoelektrik akım da azalır.




- Gerilimi V olan bir üreteç kopan elektrona e.V kadar enerji kaybettireceğinden, enerji denklemi aşağıdaki gibi olur.

$$E_{foton} - e.V = E_{bağlanma} + E_{kinetik}$$

- Potansiyel fark artırılarak fotoelektronların kinetik enerjisini sıfırlayacak değere getirilirse devreden akım geçmez. Fotoelektrik akımını sıfır yapan potansiyel farka kesme potansiyel farkı ($V_K$) denir. Bu durumda akımın potansiyel farka bağlı grafiği şekildeki gibi olur.

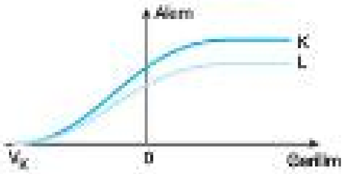



**Not**

- Kesme potansiyeli gelen fotonun enerjisi ve frekansı ile doğru orantılıdır. Fotonun enerjisi artarsa $V_K$ artar.
- Kesme potansiyeli, gelen ışığın dalga boyu ile ters orantılıdır. Gelen ışığın dalga boyu artarsa, gelen ışığın enerjisi azalır. Bu durumda $V_K$ azalır.
- Kesme potansiyeli, katotta kullanılan metalin bağlanma enerjisi ile ters orantılıdır. Metalin bağlanma (eşik) enerjisi artarsa, $V_K$ azalır.

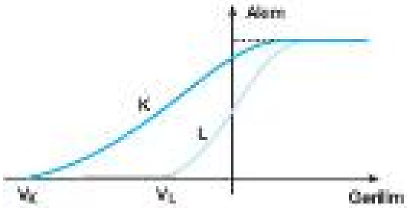
**Bilgi**

- Aynı fotosele ayrı ayrı gönderilen K ve L ışık demetlerinin akım-gerilim grafikleri şekildeki gibi ise,




  - K ve L fotonların kesme potansiyelleri $V_K$ eşittir. Bu nedenle elektronların maksimum kinetik enerjileri ve gelen fotonların frekansları, dalga boyları ve enerjileri eşittir.
  - Akımların maksimum değerlerinin farklı oluşu, K ve L ışık demetlerinin ışık şiddetlerinin farklı olduğunu gösterir. Işık şiddetleri arasındaki ilişki $I_K > I_L$ dir.

- Aynı fotosel lambaya, sabit ışık akısı ile gönderilen K ve L ışık demetlerinin oluşturduğu fotoelektrik akımın gerilime bağlı grafiği şekildeki gibi ise,




  - Kesme potansiyelleri arasındaki ilişki; $V_K > V_L$ dir. Bu nedenle, gelen fotonların frekansları arasındaki ilişki; $f_K > f_L$, dalga boyları arasındaki ilişki; $\lambda_L > \lambda_K$ dir.
  - Maksimum akımları eşit olduğundan gönderilen K ve L ışık demetlerinin ışık şiddetleri arasındaki ilişki; $I_K = I_L$ dir.

Fi Yayınları

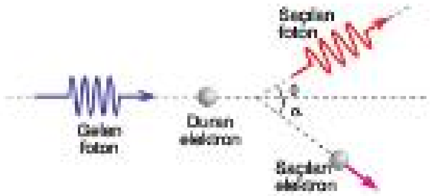
### Fotoelektrik Olayın Teknolojideki Uygulamaları

Fotoelektrik olaydan en çok fotoselli devrelerde yararlanılmaktadır. Fotoseller, sinema filmlerinin ses kayıt okumasında, otomatik açılıp kapanan kapılarda/musluklarda, elektronik dizgi makinelerinde, yangın ve duman dedektörlerinde kullanılır. Fotoğraf ve kamera sistemlerinde ışığın şiddetini ölçen pozometrelerde kullanılır. Sokak lambalarının gün ışığına göre kontrol edilmesinde ve elektrik devrelerinde akım için anahtar görevi yapan röle olarak kullanılır.

# COMPTON SAÇILMASI VE DE BROGLİE DALGA BOYU

## COMPTON SAÇILMASI

Compton saçılması olayında, yüksek enerjili X ışınlarının bir fotonu karbon atomunun bir elektronuna çarpınca elektron şekildeki gibi bir doğrultuda fırlatırken kendisi de başka bir doğrultuda saçılır.

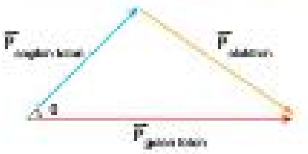



- Compton olayı, fotoelektrik olay gibi ışığın tanecikli yapıda olduğunu gösteren bir deneydir. Bu olayın sonucunda fotonların da bir momentumunun olduğu ortaya konulmuştur.
- Compton Olayında;
  - Çarpışma esnek çarpışmadır.
  - Foton çarpışma sonucunda soğurulmaz.
  - Saçılma sonucunda fotonun hızı değişmez.
  - Çarpışma esnek çarpışma olduğundan kinetik enerji korunur.

$$E_{gelen\ foton} = E_{saçılan\ foton} + E_{elektron}$$

  - Gelen fotonun enerjisinin birazı elektrona, birazını da saçılan fotona aktarıldığından, $f_{gelen} > f_{saçılan}$ ve $\lambda_{gelen} < \lambda_{saçılan}$ olur.
  - Bu olayda momentum korunur.

$$\vec{P}_{gelen\ foton} = \vec{P}_{saçılan\ foton} + \vec{P}_{elektron}$$




  - Gelen fotonun momentumu, saçılan fotonun momentumundan büyüktür.

### Compton ve Fotoelektrik Olaylarının Benzer Yönleri

Compton olayı, yüksek enerjili ışık fotonlarının atomdaki serbest elektronlara çarparak saçılmasıyla gerçekleşir. Bu nedenle Compton olayı, yüksek frekanslı X ışınları altında daha kolay gözlenirken, daha düşük frekanslı kızıl ötesi ışık altında zor gözlenir. Fotoelektrik olay ise düşük enerjili fotonların metal üzerine düşerek metalden elektron sökmesi esasına dayanır.

Compton olayında foton soğrulmazken, fotoelektrik olayda foton soğurulur.

Compton olayında tanecikler arasındaki etkileşimin yanı sıra esnek çarpışma gerçekleşir. Bu nedenle Compton olayı, fotoelektrik olaya göre, ışığın tanecik özelliği hakkında daha kesin deliller sunmaktadır.

## IŞIĞIN DOĞASI

- Işığın yapısı hakkında iki teori üzerinde durulmaktadır. Bunlardan biri tanecik, diğeri dalga teorisidir.
  - Tanecik teorisini destekleyen ilk bilim insanı Newton'dur. Newton'a göre ışık, ışık kaynaklarından çıkan sonsuz küçük taneciklerden oluşur ve doğrusal olarak hareket eder.
  - Işığın dalga özelliği gösterdiği fikrini ilk ileri süren Huygens' tir. Huygens, ışık kaynaklarının çok yüksek titreşimler meydana getirdiği bu titreşimlerin saydam ortamlarda dalgalar halinde yayıldığını ileri sürmüştür.
  - Grimaldi, ışığın tek yarıktan geçtikten sonra (kırınım olayı) girişim saçakları oluşturduğunu göstermiştir.
  - Young, çift yarıkta ışığın girişim yaptığını göstermiştir.
  - Maxwell dalga modeline destek vermiş ve ışığı elektrik ve manyetik alanların titreşiminden oluşan bir elektromanyetik dalga olarak tanımlamıştır.
  - Einstein'ın fotoelektrik olay ve Compton'un yaptığı Compton olayı ışığın dalga modelinin açıklamakta yetersiz kaldığı olaylar olmuş ve bu olaylar tanecik modeli ile açıklanabilmiştir.
- Tüm bu çalışmalar bize ışığın ikili doğaya sahip olduğunu göstermektedir. Buna göre, ışık bazı olaylarda tanecik gibi davranırken bazı olaylarda dalga gibi davranır. Işığın dalga ve tanecik doğasının açıkladığı ışık olayları aşağıdaki gibidir.
- Yalnız tanecik modelinin açıklayabildiği olaylar,
  - Fotoelektrik olay
  - Compton olayı
  - Işık basıncı

Fır Yayınları

- Yalnız dalga modelinin açıklayabildiği olaylar;
  - Girişim olayı
  - Kırınım olayı
  - Ortam değiştiren bir ışığın aynı anda hem yansıma hem de kırılma yapması
  - Polarizasyon (Kutuplanma)

- Tanecik ve dalga modelinin ortak açıklayabildiği olaylar;
  - Işığın yansıması
  - Işık akısı
  - Işığın doğrusal yol boyunca yayılması
  - Işığın birbiri içinden geçmesi
  - Kırılma
  - Gölge oluşumu
  - Işığın renklere ayrılması

## MADDE VE DALGA ARASINDAKİ İLİŞKİ

De Broglie, fotonların hem parçacık hem de dalga doğasına sahip oldukları gibi maddenin her türlü hâlinin de iki özelliğe sahip olabileceğini belirtmiştir.

- De Broglie'ye göre elektronlar tıpkı ışık gibi hem parça hem de dalga doğasına sahiptir ve her elektrona bir dalga eşlik etmektedir.
- Einstein'a göre fotonlar hiçbir sistemde durgun olamaz. Dolayısı ile durgun kütleleri sıfırdır. Bir fotonun momentumu ile enerjisi arasında aşağıdaki ilişki vardır.

$$E = P.c$$

- Fotonun enerjisi, $E = h.f$ ile hesaplanıyordu. Üstteki formülde yerine yazıldığında,

$$h.f = P.c \Rightarrow P.c = h\frac{c}{\lambda}$$

- Kütlesi m, hızı v, momentumu P olan bir parçacığa eşlik eden madde dalgalarının De Broglie dalga boyu aşağıdaki gibi bulunur.

$$\lambda = \frac{h}{P} \quad \text{ya da} \quad \lambda = \frac{h}{mv}$$

- Buna göre, bir parçacığa eşlik eden dalgalara **madde dalgaları** bu dalgaların dalga boyuna da **De broglie dalga boyu** denir.

**Örnek - 1**

Enerjisi $3,3.10^{-19}$ J olan bir fotonun frekansı f, momentumunun büyüklüğü ise P dir.

**Buna göre; f ve P nin değeri nedir?**
($h = 6,6.\ 10^{-34}$ J.s; $c = 3.\ 10^{8}$ m/s)

| | f ($s^{-1}$) | P (N.s) |
|---|---|---|
| A) | $2.\ 10^{14}$ | $1,1.\ 10^{-19}$ |
| B) | $3.\ 10^{14}$ | $1,1.\ 10^{-11}$ |
| C) | $5.\ 10^{14}$ | $1,1.\ 10^{-27}$ |
| D) | $2,2.\ 10^{14}$ | $3,3.\ 10^{-27}$ |
| E) | $3,3.\ 10^{14}$ | $9,9.\ 10^{-27}$ |

**Çözüm**

Fotonun enerjisi, $E_f = h.f$ den, momentumu de $E_f = P.c$ den hesaplanabilir.

Buna göre; $3,3.\ 10^{-19} = 6,6.\ 10^{-34}.f$ den frekans,

$f = 5.\ 10^{14}\ s^{-1}$ olur.

$3,3.10^{-19} = P.3.10^{8}$ den momentum büyüklüğü,

$P = 1,1.10^{-27}$ N.s bulunur.

Cevap C

**Örnek - 2**

**Wien kayma yasasına göre, sıcaklığı artan siyah cismin yaptığı ışıma ile ilgili,**

I. Işınımın en şiddetli olduğu tepe dalga boyu azalır.
II. Işınımın şiddeti azalır.
III. Işınımda yayınlanan toplam enerji artar.

**yargılarından hangileri <u>yanlıştır</u>?**

A) Yalnız I   B) Yalnız II   C) Yalnız III   D) I ve III   E) II ve III

**Çözüm**

Siyah cismin ışıması deneyinden elde edilen verilerden ulaşılan Wien kayma yasasına göre,

ısıtılan siyah cismin sıcaklığı arttıkça ışımanın en şiddetli olduğu durumdaki dalga boyu gittikçe azalır,

ışımanın şiddeti artar,

ışınımda yayınlanan toplam enerji artar.

(I. ve III.Doğru, II.Yanlış)

Cevap B

## Örnek - 3

Bir fotosel devresinin katodunda kullanılan ve eşik enerjisi 7 eV olan bir metale, E enerjili fotonlar düşürüldüğünde kopan fotoelektronlara uygulanan kesme gerilimi 4 V tur.

**Buna göre, fotonların enerjisi kaç eV olur?**

A) 3 B) 4 C) 7 D) 9 E) 11

## Çözüm

$E_f = E_0 + e.V_{kesme}$ ifadesinden,

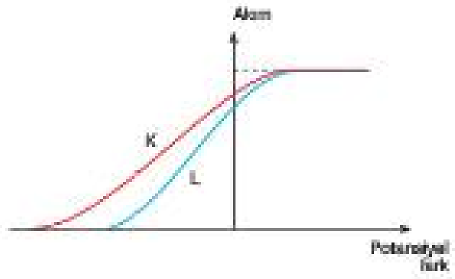
$E = 7 + 4$

$E = 11$ eV bulunur.

Cevap E

## Örnek - 4

Özdeş fotosellere gönderilen K ve L ışık demetlerinin oluşturduğu fotoelektrik akımın potansiyel farka bağlı değişim grafiği şekildeki gibi olmaktadır.




**Buna göre,**

I. K ışık demetinin ışık şiddeti, L ışık demetinin ışık şiddetine eşittir.

II. K ışık demetini oluşturan fotonların frekansı, L ışık demetini oluşturan fotonların frekansından büyüktür.

III. K ışık demetini oluşturan fotonların dalga boyu, L ışık demetini oluşturan fotonların dalga boyundan küçüktür.

IV. K ışık demetini oluşturan fotonların enerjisi, L ışık demetini oluşturan fotonların enerjisine eşittir.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) I ve II B) Yalnız II C) II ve III

D) I, II ve III E) I, III ve IV

## Çözüm

Grafiğin akım ekseni incelendiğinde K ve L ışın demetleri ile elde edilen maksimum akım şiddetlerinin eşit olduğu anlaşılıyor. Buna göre, K ışık demetinin ışık şiddeti, L ışık demetinin ışık şiddetine eşittir.

(I.Doğru)

Grafiğin potansiyel fark ekseni incelendiğinde K ve L ışın demetlerini oluşturan fotonları durdurma gerilimlerinin farklı ve K nin fotonlarını durdurmanın daha yüksek gerilimle mümkün olduğu anlaşılıyor. Buna göre, K ışık demetini oluşturan fotonların enerjisi, L ışık demetini oluşturan fotonların enerjisinden büyüktür.

(IV.Yanlış)

Bir fotonun enerjisi, $E = h.f$ formülü ile bulunduğundan, enerjisi büyük olanın frekansı da büyük olmalıdır. Buna göre, K ışık demetini oluşturan fotonların frekansı, L ışık demetini oluşturan fotonların frekansından büyüktür.

(II.Doğru)

Bir fotonun dalga boyu ve frekansı arasında, $f = \frac{c}{\lambda}$ ilişkisi bulunduğundan, frekansı büyük olanın dalga boyu küçüktür. Buna göre, K ışık demetini oluşturan fotonların dalga boyu, L ışık demetini oluşturan fotonların dalga boyundan küçüktür.

(III.Doğru)

Cevap D

Fi Yayınları

## Örnek - 5

Siyah cisimler tarafından cismin sıcaklığına bağlı olarak yaptığı ışımaya siyah cisim ışıması denir.

**Buna göre,**

I. Güneş ve yıldızların yaptığı ışıma,

II. Isıtılan demirden yayılan ışıma,

III. Kor haline gelmiş kömür parçalarından yayılan ışıma,

**yukarıdakilerden hangileri siyah cisim ışımasına örnek olarak verilebilir?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II

D) II ve III E) I, II ve III

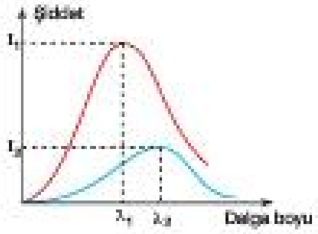
## Çözüm

Siyah cisimlerde olduğu gibi ısıtılan her madde sıcaklığına bağlı olarak dışarıya termal ışıma yapar.

Bundan dolayı; I, II ve III öncüllerinde ifade edilenler siyah cismin ışımasına örnek olarak verilebilir.

Cevap E

**1.** Siyah bir cismin ışıması deneyinde, deneyin verilerine göre, yayınlanan ışıma şiddetinin dalga boyuna göre değişim grafiği şekildeki gibidir.




**Buna göre;**

I. Siyah cismin yapacağı ışıma şiddeti, frekansa bağlı olarak sürekli artış göstermelidir.

II. Işınımın dalga boyu küçüldükçe maddenin yayacağı enerji sonsuz bir değere ulaşır.

III. Dalga boyu sıfıra yaklaştıkça ışınımın şiddeti de sıfıra yaklaşır.

**yukarıdaki çıkarımlardan hangileri deneysel verilerle çelişerek kuantum fiziğinin doğmasına sebep olmuştur?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) II ve III

**2.** Sıcaklığı mutlak sıcaklığın üzerinde olan bütün maddeler elektromanyetik ışıma yapar.

**Bu elektromanyetik ışıma ile ilgili,**

I. Maddenin taneciklerinin titreşim hareketinden oluşur.

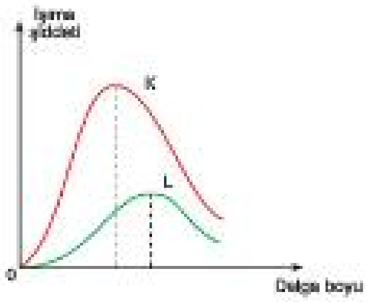
II. Sadece katı maddelerde oluşur.

III. Elektromanyetik ışımanın şiddeti, maddenin sıcaklığına göre değişir.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I B) Yalnız III C) II ve III
D) I ve II E) I ve III

**3.** K ve L siyah cisimlerine ait *ışıma şiddeti - dalga boyu* grafiği şekildeki gibidir.




**Buna göre,**

I. K nin sıcaklığı L ninkinden büyüktür.

II. K den yayınlanan ışımanın toplam enerjisi L ninkinden fazladır.

III. L nin ışık şiddeti K ninkinden fazladır.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) II ve III B) I ve II C) I ve III
D) Yalnız I E) Yalnız III

**4.** Elektromanyetik teori siyah cisim ışımasını açıklamakta yetersiz kalırken, Max Planck' ın öngörüleri siyah cisim problemini açıklamakta başarılı olmuştur.

**Planck hipotezine göre,**

I. Işınım yayan atomların yaydığı enerji, ancak belirli değerlerde E = n.hf ifadesine uyacak şekilde kuantumlu haldedir.

II. Atom için farklı kuantum durumları farklı enerji değerlerine karşılık gelir.

III. Atomdan yayınlanan kesikli enerji değerleri ışınımın frekansı ile doğru orantılıdır.

**sonuçlarından hangilerine varmıştır?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I, II ve III

Fi Yayınları

**5.** Albert Einstein, Max Planck' ın enerjinin kuantumlu olması fikrini kullanarak ışık demetlerinin foton adını verdiği enerji paketleri halinde yayıldığını ifade etmiştir.

**Buna göre; fotonlar ile ilgili,**

I. Kütleleri yoktur.

II. Elektrik yükü taşımazlar.

III. Madde ile etkileşimde bulunmazlar.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I  B) Yalnız II  C) I ve II  D) II ve III  E) I, II ve III

**6. Aşağıdaki fiziksel niceliklerden hangisi fotona ait <u>değildir</u>?**

A) Enerji  B) Momentum  C) Kütle  D) Frekans  E) Dalga boyu

**7. Einstein' a göre fotonlar ile ilgili,**

I. Enerjileri, frekansları ile ters orantılı değişir.

II. Momentumları, enerjileri ile doğru orantılı değişir.

III. Momentumlarının artması için dalga boylarının artması gerekir.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I  B) Yalnız II  C) I ve II  D) II ve III  E) I, II ve III

**8.** Bir ışık demetinde enerji taşıyan küçük enerji paketlerine foton denir.

**Buna göre; foton ile ilgili,**

I. Enerji ve momentuma sahiptir.

II. Kütlesi ve durgun enerjisi yoktur.

III. Işık hızı ile hareket eder.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I  B) Yalnız III  C) I ve II  D) I ve III  E) I, II ve III

**9.** Bir ışık kaynağı 4000 Å dalga boylu ışık yaymaktadır.

**Buna göre, yayınlanan fotonların enerjisi kaç eV tur?**
(hc = 12400 eV.Å)

A) 3,1  B) 6,2  C) 12,4  D) 7,2  E) 6,1

**10.** Eşik dalga boyu 6200 Å olan metale 1550 Å dalga boylu ışık düşürülüyor.

**Buna göre, kopan elektronların maksimum kinetik enerjisi kaç eV tur?**
(hc = 12400 eV.Å)

A) 10  B) 8  C) 6  D) 4  E) 2

FK Yayınları

Test - 3  1-D  2-E  3-B  4-E  5-C  6-C  7-B  8-E  9-A  10-C

1.

**Günlük hayatta kullandığımız sistemlerden;**

I. Sinema filmleri ses kaydı okuma sistemleri

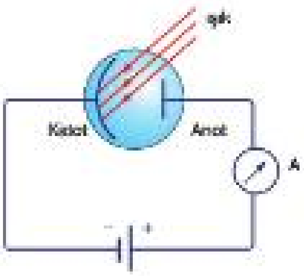
II. Yangın ve duman dedektörleri

III. Otomatik kapı sistemleri

**hangileri fotoelektrik olayın teknolojideki uygulamalarına örnektir?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III

2. Şekildeki fotosel devreye ışık düşürüldüğünde devreden akım geçtiği gözleniyor.




**Buna göre; üretecin gerilimi artırılırsa;**

I. Devreden geçen akım şiddeti artar.

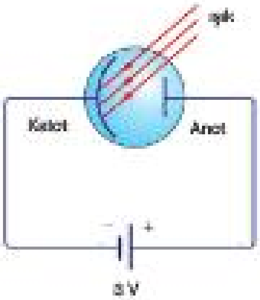
II. Anota çarpan fotoelektronların kinetik enerjisi artar.

III. Katottan kopan fotoelektron sayısı artar.

**yargılarından hangileri kesinlikle doğrudur?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

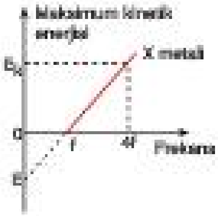
3. Şekildeki fotosel devrede, eşik enerjisi 5 eV olan metalden yapılmış olan katota 12 eV enerjili fotonlar düşürülüyor.




**Buna göre, katottan kopanlan elektronlar, anota en fazla kaç eV kinetik enerji ile çarpar?**

A) 7 B) 8 C) 10 D) 15 E) 20

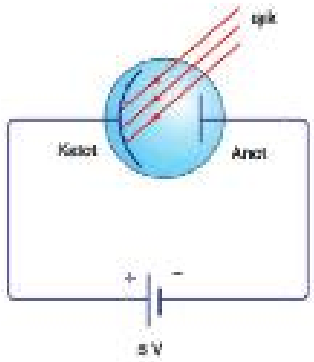
4. Bir X metaline gönderilen fotonlar ile metalden kopanlan fotoelektronların maksimum kinetik enerjisinin fotonların frekansına bağlı değişim grafiği şekildeki gibidir.




**X metalinin eşik frekansı f ve metale düşürülen fotonların frekansı 4f olduğuna göre; fotonların enerjisi ile fotoelektronların maksimum kinetik enerjisi kaç E dir?**

| | Foton enerjisi | Kinetik enerji |
|---|---|---|
| A) | 4E | 3E |
| B) | 3E | 4E |
| C) | 2E | 2E |
| D) | 3E | E |
| E) | E | 3E |

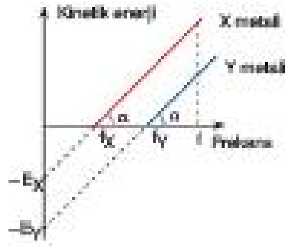
**5.** Şekildeki fotoelektrik devrede bağlanma enerjisi 3 eV olan metale fotonlar düşürüldüğünde devreden akımın geçmediği görülüyor.




**Üretecin gerilimi akımı kesecek en küçük gerilim değerinde olduğuna göre, gelen fotonların enerjisi kaç eV tur?**

A) 2 B) 3 C) 5 D) 8 E) 10

**6.** Eşik enerjileri $E_X$, $E_Y$ olan X, Y metallerinden yapılmış fotoseller ile yapılan deneyde, fotoelektronların kinetik enerjisinin ışığın frekansına bağlı grafiği şekildeki gibidir.




**Metallerin eşik frekansları $f_X$ ve $f_Y$ olduğuna göre, aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?**

A) $\alpha$ ve $\theta$ açıları birbirine eşittir.

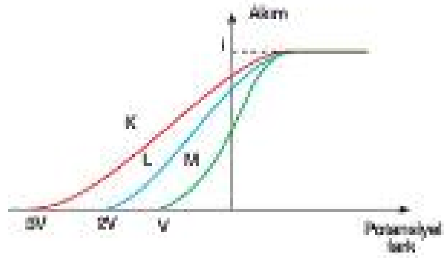
B) Y metalinin eşik frekansı X inkinden büyüktür.

C) X metalinin eşik dalga boyu Y ninkinden büyüktür.

D) X metalinden $f_Y$ frekanslı fotonlar elektron koparır.

E) X ve Y metallerinden f frekanslı fotonların kopardığı elektronların kinetik enerjileri eşittir.

**7.** K, L, M fotosellerine gönderilen aynı frekanslı fotonların oluşturduğu akım-potansiyel farkı grafiği şekildeki gibidir.



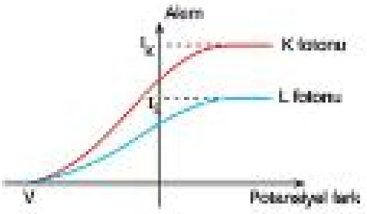

**Buna göre; K, L, M fotosellerinin katotlarında kullanılan metallerin eşik enerjileri $E_K$, $E_L$ ve $E_M$ arasındaki ilişki nedir?**

A) $E_K > E_L > E_M$ B) $E_M > E_L > E_K$

C) $E_M > E_K > E_L$ D) $E_L > E_M > E_K$

E) $E_K = E_L = E_M$

**8.** Aynı fotosele ayrı ayrı düşürülen K ve L fotonlarının oluşturduğu akım-potansiyel fark grafiği şekildeki gibidir.




**Buna göre;**

I. K ve L fotonlarının ışık şiddetleri eşittir.

II. K fotonlarının enerjisi L fotonlarınınkinden daha büyüktür.

III. K ve L fotonlarının katottan kopardığı elektronların kinetik enerjileri eşittir.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve II E) I, II ve III

Test - 4 1-E 2-B 3-C 4-A 5-D 6-E 7-B 8-C

1. **Fotoelektrik ve Compton saçılması olaylarında,**

I. Foton, tanecik gibi davranır.

II. Fotonun çarpması elektrona kinetik enerji kazandırır.

III. Enerji korunur.

**yukarıdakilerden hangileri ortak olarak gerçekleşir?**

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

2. **Işığa ait aşağıdaki olaylardan hangisi, ışığın sadece bir doğası tarafından (tanecik ya da dalga) açıklanır?**

A) Işığın renklerine ayrılması
B) Gölge oluşması
C) Işık basıncı
D) Işık akısı
E) Işığın birbiri içerisinden etkilenmeden geçmesi

3. Işık bazı olaylarda tanecik olarak davranırken bazı olaylarda ise dalga gibi davranmaktadır.

**Buna göre,**

I. Işığın aynalardan yansıması.

II. Işığın doğrusal yol boyunca yayılması.

III. Ortam değiştiren ışığın bir kısmının kırılıp bir kısmının yansıması.

**yukarıdaki olayların hangisi, ışığın iki doğası ile de açıklanır?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) II ve III

Fr Yayınları

4.
- Polarizasyon
- Işık basıncı
- Kırınım
- Compton saçılması
- Girişim

**Yukarıda verilen ışığa ait olaylardan kaç tanesinde ışık sadece dalga doğasına sahiptir?**

A) Bir B) İki C) Üç D) Dört E) Beş

5. **Compton saçılması deneyinde elektron ile çarpıştırılan fotona ait aşağıdaki fiziksel niceliklerden hangisi artar?**

A) Momentum
B) Dalga boyu
C) Hız
D) Frekans
E) Enerji

6. **Compton saçılması deneyi ile ilgili,**

I. Deney sonucunda ışığın tanecikli doğaya sahip olduğu anlaşılmıştır.

II. Işığın yayılması için ethere gerek olmadığı anlaşılmıştır.

III. Işık taneciklerinin momentuma sahip oldukları görülmüştür.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II D) I ve III E) II ve III

**7.** Bir foton serbest haldeki bir elektrona çarpınca, elektron ve foton şekildeki gibi aynı düzlemde farklı doğrultularda saçılmaktadır.

**Bu olayda;**

I. Gelen fotonun enerjisi, saçılan fotonun enerjisinden daha büyüktür.

II. Gelen fotonun momentumunun büyüklüğü, saçılan fotunun momentumunun büyüklüğünden daha büyüktür.

III. Gelen fotonun hızının büyüklüğü, saçılan fotonun hızının büyüklüğünden daha büyüktür.

**yargılarından hangileri doğru olur?**

A) I ve II B) I ve III C) II ve III
D) Yalnız I E) Yalnız III

**8.** **De Broglie hipotezine göre madde dalgaları ile ilgili,**

I. Hareket eden bir elektrona eşlik eden dalgalardır.

II. Dalga boyları parçacığın momentumu ile doğru orantılıdır.

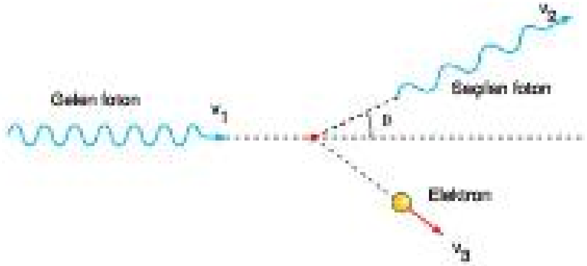
III. Madde dalgalarının enerjileri Einstein modeline uygun değildir.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III

Fi Yayınları

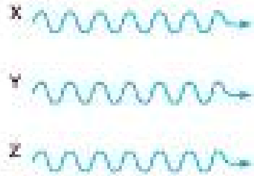
**9.** Compton saçılması deneyinde durmakta olan elektrona $v_1$ büyüklüğündeki hızla gönderilen foton elektrona çarptıktan sonra şekildeki gibi $v_2$ büyüklüğündeki hızla saçılırken elektron ise $v_3$ büyüklüğündeki hızla fırlıyor.




**Buna göre; $v_1$, $v_2$ ve $v_3$ arasındaki ilişki nedir?**

A) $v_1 < v_2 < v_3$ B) $v_3 < v_1 < v_2$
C) $v_3 < v_2 = v_1$ D) $v_3 = v_2 < v_1$
E) $v_1 = v_2 = v_3$

**10.** Boşlukta yayılan ve dalga boyları sırasıyla $\lambda_X$, $\lambda_Y$, $\lambda_Z$ olan şekildeki X, Y, Z fotonlarının momentumlarının büyüklükleri $P_X$, $P_Y$, $P_Z$ dir.




**$\lambda_Z < \lambda_Y < \lambda_X$ olduğuna göre; $P_X$, $P_Y$, $P_Z$ arasındaki ilişki nedir?**

A) $P_Z < P_Y < P_X$ B) $P_X < P_Y < P_Z$
C) $P_Z < P_X < P_Y$ D) $P_Y < P_X < P_Z$
E) $P_X = P_Y = P_Z$

Test - 5 1-E 2-C 3-D 4-C 5-B 6-D 7-A 8-A 9-C 10-B

# MODERN FİZİĞİN TEKNOLOJİDEKİ UYGULAMALARI

## GÖRÜNTÜLEME TEKNOLOJİLERİ

### Görüntüleme Cihazlarının Çalışma Prensipleri

#### Röntgen Cihazı

Röntgen tarafından bulunmuştur. Organizmaların, gözle görülmeyen iç yapıları X-ışınları kullanılarak görüntülenir. Elde edilen görüntü iki boyutludur. Röntgen ile kemik gibi sert dokuların görüntüsü kolayca elde edilebilirken, yumuşak dokularda yetersiz kalmaktadır.

İnsan sağlığına zararlı etkileri olduğundan, çok sık kullanılmamalıdır.

#### MR Cihazı

Manyetik rezonans görüntüleme, zararlı radyoaktif maddelerin kullanılmadığı bir görüntüleme tekniğidir. MR cihazında radyo dalgaları kullanılır. Çok güçlü manyetik alan kullanılarak insan dokusundaki atomlar titreştirilir. Bu atomlar üzerine gönderilen radyo dalgalarının geri yansıyanları ile görüntü elde edilir.

#### Bilgisayarlı Tomografi

Röntgende olduğu gibi X-ışınları ile görüntü elde edilir. Bu nedenle sağlığa zararlıdır.

Röntgen cihazının işe yaramadığı yumuşak dokularda görüntü elde etmeye yarar.

#### PET (Pozitron Emisyon Tomografisi) Görüntüleme Cihazı

En gelişmiş görüntüleme tekniğidir. İnsan vücuduna radyoaktif madde verilerek, bu maddeden salınan pozitronlarla, serbest elektronların birbirini yok etmesi ile açığa çıkan gama ışınları kullanılarak görüntü oluşturulur.

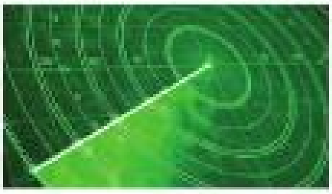
Tüm vücudun üç boyutlu görüntüsü elde edilebilir.

#### Ultrason (US) Cihazı

Ultrason, insan kulağının duyamayacağı yüksek frekanslı ses dalgalarından faydalanarak görüntüleme sağlayan bir yöntemdir. Ses dalgaları kullanıldığı için sağlığa zararlı değildir. Gönderilen ses dalgalarının yansıyanları kullanılarak anlık ve hareketli görüntü elde edilir.

#### Radar

Radarlarda algılama ve ölçme için ilk başlarda radyo dalgaları kullanılırken, günümüzde mikrodalgalar kullanılmaktadır. Hava trafiğinin kontrolü, navigasyon, hız sensörleri ve gözlemleme amacıyla kullanılmaktadır.



#### Sonar

Ses dalgaları kullanarak cisimlerin boyut ve uzaklığını ölçen alettir. Ses dalgalarının hedefe çarpıp geri dönenlerini kullanarak görüntü oluşturur. Denizcilikte balık sürülerinin saptanması ve su derinliğinin ölçülmesi için kullanılır.

#### Termal Kameralar

Sıcaklığı 0 Kelvin' in üzerinde olan tüm cisimler sahip oldukları sıcaklığa göre etraflarına elektromanyetik dalgalar yayınlarlar. Termal kameralar cisimlerin etraflarına yaydığı kızılötesi aralıkta bulunan bu dalgaları tespit ederek görüntüleme yapar. Termal kameralar tıp ve askeri alanda sıklıkla kullanılmaktadır.

### Lcd ve Plazma Teknolojilerinde Fiziğin Yeri

#### LCD teknolojisi

LCD, sıvı kristal ekran demektir. Günümüzde tv, bilgisayar, tablet ve akıllı telefon ekranlarında sıklıkla kullanılırlar. Sıvı kristallerin en önemli özelliği, içerisinden geçen ışık ışınlarına yön vermesi ve onları istenilen doğrultuda bükebilmesidir. Bu özellik ile görüntü kısa mesafelerde ekran üzerine düşürülür. Sıvı kristaller sıcaklık değişimlerine çok duyarlıdır. Sıcaklık değişimi sonucunda, R-G-B (red-green-blue) renk hücrelerinden değişik renk tonları elde edilebilir.

#### Plazma Teknolojisi

Plazmalar, gazın iyonlaşmış halidir. Plazma monitörler, LCD monitörlerde olduğu gibi renk piksellerinden (R-G-B) oluşmaktadır. Her pikselde içleri özel bir gaz karışımı ile dolu düşük basınçlı kapalı cam bölmecikler vardır. Bu ufak plazma bölmelerinin ardında kırmızı, yeşil ve maviden oluşan renkli fosforlar bulunur. Monitöre elektrik verildiğinde bu bölmelerin içindeki gaz, plazma haline dönüşür ve görünmeyen UV ışını yayar. Bu ışın kırmızı, yeşil ve mavi fosfor tabakasına çarparak görünür ışığı ve renkleri oluşturur.Her bir piksel ayrı ayrı aydınlatıldığından, elde edilen renk LCD lere göre daha üst düzeydedir.

# YARI İLETKEN TEKNOLOJİSİ

## Yarı İletken Maddelerin Özellikleri

Yarı iletken maddeler, elektrik iletkenliği bakımından iletken ile yalıtkan arasında kalan maddelerdir. Normal durumda yalıtkan olan bu maddelere ısı, ışık, elektriksel gerilim ya da manyetik etki gibi dış etkiler uygulandığında iletken hâle geçer.

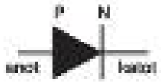
- Yarı iletkenler N ve P tipi olmak üzere iki çeşittir.
  - Germanyum veya silisyuma, fosfor veya değerlik elektron sayısı 5 olan katkı maddelerinin katılmasıyla N tipi yarı iletken elde edilir. N tipi yarı iletkende akım taşıyıcılar serbest elektronlardır.
  - Germanyum veya silisyuma, alüminyum gibi değerlik elektron sayısı 3 olan katkı maddelerinin katılmasıyla P tipi yarı iletken elde edilir. Bu durumda germanyum ve silisyum atomlarının atomik yörüngelerinde elektron boşluğu oluşur ve elektrik akımı bu boşluklar sayesinde taşınır.
- Yarı iletkenler, iletkenlik açısından iletken ve yalıtkanlar arasında olup, normalde yalıtkandırlar. Isı, ışık ve manyetik etki ile iletken hale gelirler. Tabiatta doğal olarak bulunabildiği gibi, laboratuvarda da elde edilebilirler. Kristal yapıya sahiptirler.

## Yarı İletken Malzemelerin Teknolojideki Önemi

### Diyot

Diyotlar bir yönden gelen akımı geçiren, diğer yönden gelen akımı geçirmeyen elektronik devre elemanlarıdır. Tek yönlü akım geçirdikleri için alternatif akımı doğru akıma çevirebilirler. Bu nedenle diyotlara doğrultmaç da denir.

Diyotlar, P ve N yarı iletkenlerinden elde edilir. P ve N ikilisi birleştiğinde PN eklemi oluşur ve diyotun yapısında bu eklem bulunur. Diyotlar aşağıdaki sembolle gösterilir.




### Transistör

Transistörler elektrik sinyallerini (akım ve gerilimi) yükselten devre elemanlarıdır. Akımın geçip geçmemesi yönüyle anahtarlama görevi de yapmaktadır. Günümüz teknolojisinin en önemli devre elemanlarından biri olup, bilgisayarlarda, telefonlarda ve tüm elektronik devrelerde kullanılırlar.

### LED Teknolojisi

LED ışık yayan diyot demektir. Yarı iletken malzemeler kullanılarak yapılırlar. LED'ler enerji tasarrufu yaparak elektrik enerjisini ışık enerjisine dönüştürürler. Aydınlatmalarda, cep telefonu ve bilgisayar ekranlarında, ışıklı panolarda LED'ler sıklıkla kullanılır. TV kumandası gibi bazı aletlerde kızılötesi ışık yayan LED'lerden faydalanılmaktadır.

### Güneş Pilleri

Güneş pilleri (fotovoltaik piller), yüzeylerine gelen Güneş ışığını doğrudan elektrik enerjisine dönüştürür. P ve N tipi yarı iletkenlerden oluşmaktadır. Fotoelektrik olaydaki gibi fotonların söktüğü elektronların hareketiyle elektrik akımı elde edilir.

Güneş pillerinden, yapay uydular, şarj cihazları, haberleşme, hava gözlem istasyonları, trafik işaretleri, aydınlatma, deniz feneri ve soğutma gibi pek çok alanda yararlanılır.

# SÜPER İLETKENLER

## Süper İletken Maddelerin Temel Özellikleri

Belirli bir sıcaklık değerinde elektrik akımına karşı direnç göstermeyen maddelere **süper iletken** madde denir.

Süper iletkenlerin bir çoğu alaşım ve bileşiklerden oluşur. Süper iletkenler için kritik sıcaklık ve kritik manyetik alan değerleri ayırtedici özelliklerdir.

- Süper iletkenliğin iki temel özelliği vardır;
  - Belirli bir kritik sıcaklık değerinde dirençlerinin sıfır olması
  - Süper iletkenin içine manyetik alanın nüfuz edememesi

## Süper İletkenlerin Teknolojideki Kullanım Alanları

Süper iletkenler, elektrik akımına karşı sıfır direnç göstermesi ve kayıpsız olarak elektrik akımını iletmesi nedeniyle elektriğin iletilmesi ve depolanmasında, güçlü mıknatısların yapılmasında kullanılır.

Hiç kayıp olmadığından neredeyse ışık hızına yakın bir hızda veri transferi mümkündür.

Süper iletkenler manyetik alanı dışladıkları için mıknatıs tarafından itilirler. Bu itme kuvvetinden, MAGLEV adı verilen hızlı trenlerde yararlanılır.

Süper iletkenlerden, tıpta ve nükleer fizikte de yararlanılmaktadır.

## NANOTEKNOLOJİ

### Nanobilimin Temelleri

Atom ve moleküllerin bir araya getirilerek nanometre ölçeklerde işlevli yapılar meydana getirilmesine **nanoteknoloji** denir. Nanoteknoloji ile yapılan nano yapılar, 1-100 nm boyutundadır. 1 nanometre = $10^{-9}$ metre dir.

Nanoteknolojinin amacı, nano boyutlarda aygıtlar geliştirmek ve bunların günlük hayatta kullanılmalarını sağlamaktır.

Taramalı tünelleme mikroskobu ve atomik kuvvet mikroskobunun geliştirilmesiyle atomların gözlenmesi mümkün olmuş ve nano yapılar üretilmeye başlanmıştır.

### Nanomalzemelerin Temel Özellikleri

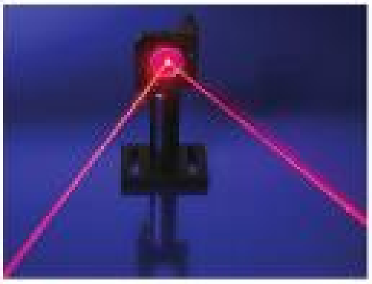
Nano malzemeler, normal özelliklerinden çok farklı özelliklere sahiptirler.

- Örneğin,
  - Normalde kırılgan olan seramik, nano ölçülerde kolaylıkla şekillendirilebilir.
  - Normalde sarı olan altın, nano ölçülerde kırmızı renkte görünür.
  - Bakır, nano ölçülerdeyken saydam bir madde gibi davranır.
  - Yanıcı bir madde olmayan alüminyum nano ölçülerde yanıcıdır.
- Benzer şekilde normalde yumuşak ve iletken olan karbon, tek boyutta dizildiğinde çok sağlam, çok iyi elektrik ileten bir yapı oluşturur. Bu şekilde nanomalzemelerin en önemlilerinden biri olan **grafen** elde edilir. Grafen özellikle transistörlerin yapımında kullanılır. Grafen aynı zamanda esnek ve saydam bir madde olduğundan, katlanabilir ekranlarda da kullanılmaktadır.

- Grafenden elde edilen ve **karbon nanotüpler** adı verilen bir malzeme nanoteknolojide kullanılan bir başka malzeme türüdür.
- Nanoteknolojide kullanılan bir diğer malzeme ise **fulleren**dir. Karbon kafes yapısında olan fullerenler, kullanıldığı yüzeylerin elektriksel ve optiksel özelliklerini değiştirirler.
- Nanomalzemelerin üretimi ile birlikte çok daha dayanıklı ulaşım araçları ve kirlenmeyen, paslanmayan eşyalar, kendi kendine temizleyen giysiler, kurşun geçirmeyen kumaşlar üretilebilir.
- Nanoteknoloji sayesinde, yaşayan organizmalar ile etkileşime geçebilecek boyutlarda nanorobotlar üretilip birçok yeni teşhis ve tedavi yöntemlerinin geliştirilmesinin önü açılmıştır.

## LAZER IŞINLARI

Uyarılmış bir atomun elektronları alt enerji düzeylerine normalde kendiliğinden geçerken, bazı durumlarda elektronlar alt enerji düzeyine kendiliğinden geçmeden önce biraz bekler. Bekleyen elektronları alt düzeye indirmek için dışarıdan bir foton gönderilir. Yani gönderilen foton atomu uyarmayıp atomun zorla ışıma yapmasına sebep olur. Bu şekilde ışın yayınlanması olayına **uyarılmış emisyon** denir. Bu şekilde elde edilen ışınlara da **LASER** ışınları denir.



- LASER ışığı yüksek genlikli, aynı fazlı, tek renkli, birbirine paralel ve aynı frekanslı fotonlardan oluşur. LASER ışınlarının özellikleri aşağıdaki gibi sıralanabilir.
  - Uyarılmış emisyon yoluyla elde edilir.
  - Dalga boyları aynı olan fotonlardan oluştukları için tek renklidir.
  - Gözle görülebilir.
  - Dağılmadan yayılabilir.
  - LASER tek bir noktaya odaklanarak bu noktada yüksek sıcaklık elde edilebilir. Bu özelliği sayesinde kesme, buharlaştırma, kaynak yapma gibi işlemler yapılabilir.
  - LASER ışınları ile çok hassas mesafe ölçümü yapılabilir.
  - LASER ışınları bulut, sis ve yağmur gibi atmosfer olaylarından etkilenir.
- LASER, günümüzde birçok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır.
  - Tıpta kansız ameliyatların yapılması, yırtılmış göz retinasının LASER ışını ile acısız ve süratle dikilmesi, tümörlerin yakılarak tedavi edilmesi, çürük diş çukurlarının dolgu yapılmak üzere lazer ile acısız delinmesi LASER'in tıp alanındaki kullanımına örnek olarak verilebilir.
  - Optik yazıcı, okuyucu, barkod sistemleri ve fiber optik haberleşmede LASER'den faydalanılır.
  - Ayrıca LASER ile ışık gösterileri ve hologramlar da yapılmaktadır.

Fi! Yayınları

## Örnek - 1

**N tipi yarı iletkenler ile ilgili,**

I. Silisyum kristaline, değerlik elektron sayısı 5 olan atomların katılması ile elde edilir.
II. Elektrik akımı taşıyıcısı elektronlardır.
III. Transistörlerin yapısında kullanılır.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I  B) Yalnız III  C) I ve III
D) II ve III  E) I, II ve III

## Çözüm

N tipi yarı iletken elde edilirken silisyum kristaline, değerlik elektron sayısı 5 olan atomlar katılır. (I.Doğru)

Silisyum kristaline, değerlik elektron sayısı 5 olan atomların katılması ile birlikte kristal yapıda elektron fazlalığı meydana getirilir. Böylece N tipi yarı iletken negatif yüklü olurken elektrik akımının taşıyıcısı da bu elektronlar olmuş olur.(II.Doğru)

Transistörlerin yapısında P tipi yarı iletken ile birlikte daima kullanılır. (III. Doğru)

Cevap E

## Örnek - 2

**MR cihazı ile yapılan görüntülemede,**

I. Zararlı radyoaktif maddeler kullanılmaz.
II. Görüntülemede fiziğin elektromanyetizma yasaları geçerlidir.
III. Görüntü, bilgisayar yardımı ile hareketli ya da hareketsiz olarak oluşturulabilir.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I  B) Yalnız II  C) I, II ve III
D) II ve III  E) I, II ve III

## Çözüm

MR ile yapılan görüntüleme işleminde radyoaktif bir madde kullanılmaz. (I.Doğru)

Görüntüleme işlemlerinin büyük bir bölümünde olduğu gibi MR cihazında da fiziğin elektromanyetizma yasaları geçerlidir. (II.Doğru)

MR cihazlarında görüntü hareketli ya da hareketsiz olarak oluşturulabilmektedir (III.Doğru)

Cevap E

## Örnek - 3

**LASER ışığı ile ilgili,**

I. Uyarılmış emisyon sonucu elde edilir.
II. Dalga boyu aynı olan fotonlardan oluşur.
III. Dağınık bir ışıktır.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I  B) Yalnız III  C) I ve III
D) I ve II  E) I, II ve III

## Çözüm

LASER ışığı uyarılmış emisyon sonucu oluşan bir ışıktır. (I.Doğru)

LASER ışığı aynı frekansa, aynı dalga boyuna ve aynı faza sahip fotonlardan oluşur. (II.Doğru)

LASER ışığı aynı yönde hareket eden fotonlardan oluşan yoğunlaşmış bir ışık demetidir. Dağılmadan bir doğrultuda yayılır. Dağınık bir ışık değildir. (III.Yanlış)

Cevap D

Fi... yayınları

## Örnek - 4

**Süper iletken maddeler ile ilgili,**

I. Kritik sıcaklık değeri ayırt edici bir özelliktir.
II. Kritik sıcaklığın altında bulunduklarında mıknatıslar tarafından itilirler.
III. Elektrik akımına karşı sıfır direnç gösterirler.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I  B) Yalnız II  C) Yalnız III
D) I ve II  E) I, II ve III

## Çözüm

Süper iletken maddeler süper iletkenliğe, maddeden maddeye değişen belirli sabit sıcaklık değerlerinde geçerler. Bu sıcaklık değeri süper iletken maddeler için ayırt edici özelliktir. (I.Doğru)

Kritik sıcaklığın altında dış manyetik alan süper iletken içine nüfuz edemez. Süper iletken manyetik alanı dışarladığı için manyetik alan süper iletkeni iter. (II.Doğru)

Maddeler süper iletkenliğe geçtiklerinde elektrik akımına karşı sıfır direnç gösterirler. (III.Doğru)

Cevap E

**1.** Tıpta görüntüleme amacı ile kullanılan cihazlarda elektromanyetik dalgalar kullanılır.

**Buna göre; Röntgen ve MR cihazlarında kullanılan elektromanyetik dalgalar aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?**

| | Röntgen | MR |
|---|---|---|
| A) | X - ışınları | Radyo dalgaları |
| B) | X - ışınları | X - ışınları |
| C) | Gama ışınları | X - ışınları |
| D) | Gama ışınları | Radyo dalgaları |
| E) | Radyo dalgaları | Radyo dalgaları |

**2. P tipi yarı iletkenler ile ilgili,**

I. Germanyum kristaline, değerlik elektron sayısı 3 olan atomların katılması ile elde edilir.

II. Elektrik akımı taşıyıcısı elektronlardır.

III. Diyotların yapısında kullanılır.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II D) I ve III E) II ve III

**3.**

**MR cihazlarıyla görüntüleme yapılırken,**

I. Görüntülemenin yapılacağı bölgeye cihaz tarafından radyo dalgaları gönderilir.

II. Cihazın yapısında bulunan güçlü mıknatıslar ile görüntülenecek bölgedeki atomların titreştirilmesi sağlanır.

III. Görüntülenecek bölgedeki titreştirilmiş atomlardan geri yansıtılan radyo dalgaları ile görüntüleme yapılır.

**yukarıdaki işlevlerden hangileri gerçekleşir?**

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

**4. Bilgisayarlı tomografi ve röntgen görüntüleme cihazları ile ilgili,**

I. Görüntülemede X - ışınlarını kullanırlar.

II. Fiziğin elektromanyetizma ilkelerine göre çalışırlar.

III. Vücudun herhangi bir bölgesinin kesitsel görüntüsünün alınmasını sağlarlar.

**ifadelerinden hangileri ortak özelliklerdir?**

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

**5. Röntgen cihazı ile görüntü elde edilmesinde,**

I. X - ışınları kullanılır.

II. Vücudun kemik ihtiva eden bölümlerinde kolay görüntü oluşumu sağlar.

III. Karın boşluğunda bulunan yumuşak dokulardan oluşmuş organlarda net bir görüntü oluşturur.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız II B) II ve III C) I ve III D) I ve II E) I, II ve III

**6. PET görüntüleme cihazı ile ilgili,**

I. Görüntüleme, cihazdaki dedektörlerin gama ışınlarını tespit edip bilgisayarda görüntüye dönüştürmesi prensibine dayanır.

II. Cihazda tüm vücudun üç boyutlu görüntüsü oluşturulur.

III. Nükleer tıpta onkolojik (kanser) hastalıkların tedavisinde kullanılır.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız II B) II ve III C) I ve III D) I ve II E) I, II ve III

Fırat Yayınları

**7.** **Termal kameralar için aşağıda söylenen ifadelerden hangisi yanlıştır?**

A) Canlı cansız varlıkların sıcaklıklarından dolayı yaptıkları termal ışımaları tespit eder.

B) Farklı sıcaklık değerleri ekranda farklı renkte görüntü oluşturur.

C) Termal kameralarda X - ışınları ile görüntüleme yapılır.

D) Termal kameralar ile gece ve gündüz şartlarında görüntüleme yapılır.

E) Askeri ve savunma sistemlerinde kullanılır.

**8.** **LCD ve plazma ekran teknolojisinde,**

I. Her ikisinde de R-G-B renk hücrelerinden oluşan pikseller bulunur.

II. Ekranlar düz ve ince yapıdadır.

III. Her ikisinde de pikseller içindeki gazın elektrik ile plazma haline geçirilmesi ilkesi geçerlidir.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

**9.** **Yarı iletken maddelerin genel özellikleri ile ilgili,**

I. İletkenlik bakımından iletkenler ve yalıtkanlar arasındaki maddelerdir.

II. İletkenlik kazandıklarında kalıcı bir iletkenlik özelliği gösterirler.

III. Diyot, LED ve transistörlerin yapısında kullanılırlar.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II D) I ve III E) I, II ve III

**10.** Güneş enerjisi, güneş pilleri ile elektrik enerjisine dönüştürülür.

**Buna göre, güneş pili ile ilgili,**

I. N ve P tipi yarı iletkenlerden oluşur.

II. Güneşten gelen ışık fotonları yarı iletken malzeme tarafından soğurulur.

III. Soğurulan ışık fotonlarının enerjisi ile yarı iletken içindeki elektronlar serbest bir duruma geçerek elektrik akımın oluşumu sağlanmış olur.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

**11.** **Elektrik ve elektronik devrelerinde kullanılan diyot devre elemanı ile ilgili,**

I. Yalnız N tipi yarı iletken maddeden yapılan bir devre elemanıdır.

II. Devrelerde elektrik akımının tek yönde akmasını sağlar.

III. Alternatif gerilimi, doğru gerilime dönüştürmek için kullanılır.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız II B) II ve III C) I ve II D) I ve III E) I, II ve III

Fi̇f Yayınları

| Test - 6 | 1-A | 2-D | 3-E | 4-B | 5-D | 6-D | 7-C | 8-B | 9-D | 10-E | 11-B |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

1. Elektronik teknolojisinde diyotlardan elde edilen en önemli yarı iletken devre elemanı transistörlerdir.

**Buna göre,**

I. Çok az enerji harcayan transistörlerin üretimi kolay ve maliyeti düşüktür.

II. Elektrik sinyallerini yükseltmek amacı ile amplifikatör devrelerinde kullanılır.

III. Elektronik devrelerinde akımı geçirme ya da geçirmeme amacı ile anahtarlama görevi yaparlar.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

2. **Bir maddenin süper iletken davranış gösterebilmesi,**

I. Kritik sıcaklık değeri

II. Kritik manyetik alanın değeri

III. Maddenin genleşme katsayısı

**yukarıdaki niceliklerden hangisine bağlıdır?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) I, II ve III

3. **Süper iletkenler,**

I. Işık hızına yakın sinyal taşıma kapasitesine sahip olduğu için haberleşme sistemlerinde ve savunma sanayiinde kullanılır.

II. Elektrik direnç sıfıra düşürüldüğü için elektronik devrelerin ve cihazlarının ısınma probleminin ortadan kaldırılmasında kullanılır.

III. Manyetik alanları dışarlamaları sonucu oluşan manyetik itme kuvveti ile MAGLEV trenlerinin raylara temas etmeden hareket ettirilmesinde kullanılır.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız III B) II ve III C) I ve III D) I ve II E) I, II ve III

4. **Süper iletken maddeler ile ilgili,**

I. Süper iletkenliğin oluştuğu kritik sıcaklık değeri,

II. Dış manyetik alanın süper iletken maddenin içine nüfuz edememesi,

III. Elektrik akımına karşı sıfır direnç gösterme,

**yukarıdaki özelliklerden hangileri bütün süper iletken maddeler için aynıdır?**

A) Yalnız III B) I ve III C) II ve III D) I ve II E) I, II ve III

5. **LASER ışığı ile ilgili,**

I. Madde üzerinde tahribat meydana getirir.

II. Gözle görülebilir.

III. Bulut, sis, yağmur gibi atmosfer olaylarından etkilenmez.

**yargılarından hangileri yanlıştır?**

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

6. Malzemeler nanometre boyutlarına indirildiği zaman normalden çok farklı beklenmedik yeni özellikler kazanırlar.

**Buna göre,**

I. Normalde kırılgan olan seramik malzemesinin deforme olup şekil verilebilir hale gelmesi,

II. Bakır metalinin saydam hale gelmesi,

III. Altın partiküllerinin kırmızı renkte görülmesi,

**yukarıdakilerden hangisi bu duruma örnek olarak verilebilir?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) II ve III E) I, II ve III

FN Yayınları

**7.** LASER, günümüzde bir çok sektörde yaygın olarak kullanılmaktadır.

**Buna göre,**

I. Katarakt tedavisindeki cerrahi operasyonlarda,

II. Barkod okuyucularda,

III. CD ve DVD okuyucu sistemlerinde,

IV. Metal sanayinde ağır metallerin delme ve kesme işlemlerinde

**yukarıdaki uygulama alanlarından hangilerinde LASER den yararlanılmaktadır?**

A) Yalnız I B) I ve II C) I, II ve III D) II, III ve IV E) I, II, III ve IV

**8.** **Nano teknoloji ile ilgili,**

I. Görüntüleme teknolojisidir.

II. Maddenin atomik ve moleküler ölçekte kontrolünü amaçlar.

III. Islanmayan kumaşın üretiminde kuantum fiziğinin ilkelerinden yararlanır.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) II ve III

**9.** **Nanobilim ile ilgili,**

I. Boyutları 1 - 100 nm arasındaki yapıların fiziksel davranışlarını inceler.

II. Kuantum fiziğinin ilkelerinden yararlanarak nano yapıların fiziksel davranışlarını açıklar.

III. Gezegenlerin hareketleri ile ilgili çalışmalar yapar.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II D) I ve III E) II ve III

Fırat Yayınları

**10.** LASER ışığının oluşması uyarılmış emisyon yolu ile olur.

**Buna göre, uyarılmış emisyon oluşturulurken,**

I. Temel haldeki atom sürekli uyarılır ve uyarılma düzeyindeki elektron yoğunluğu artırılarak tersine birikim meydana getirilir.

II. Uyarılma düzeyindeki elektronlar, fotonlarla bombardıman edilerek temel hale geçirilir.

III. Elektronların temel hale geçmesini sağlayan uyarıcı fotonlar elektronlar ile etkileşince soğurulmazlar.

**yukarıdaki olaylardan hangileri gerçekleşir?**

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II D) II ve III E) I, II ve III

**11.** Doğada bir çok canlının ve bitkinin yapısındaki nano yapılar, nanobilimin ve nanoteknolojinin gelişmesine imkan sağlamıştır.

**Buna göre,**

I. Lotus çiçeğinin yapraklarının yapısındaki nano yapılardan dolayı kendi kendini temizlemesi,

II. Morfo retanor kelebeğinin kanat yapısından dolayı sadece mavi ışığı yansıtıp mavi renkte görülmesi,

III. Kertenkelelerin ayaklarındaki milyonlarca tüycükten dolayı duvarlara tutunabilmesi,

**yukarıdakilerden hangisi nanoteknolojinin gelişmesine ve nanoteknolojik ürünlerin geliştirilmesine ilham olmuştur?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve III E) I, II ve III

Test - 7 1-E 2-D 3-E 4-C 5-B 6-E 7-E 8-E 9-C 10-E 11-E

**1.** Birbirine paralel yollarda sabit v büyüklüğündeki hızlarla şekildeki gibi birbirine doğru yaklaşan K ve L arabalarından K arabasının sürücüsü arabanın farlarını yakıyor.

**K arabasının farlarından çıkan ışığın hızını, K arabasının sürücüsü $v_1$, L ninki ise $v_2$ büyüklüğünde gördüğüne göre; $v_1$, $v_2$ ve c arasındaki ilişki nedir?**
(c, ışık hızı)

A) $v_1 < v_2 < c$
B) $v_2 < v_1 < c$
C) $v_1 < c < v_2$
D) $v_1 = v_2 < c$
E) $v_1 = v_2 = c$

**2.**

**Compton saçılması deneyi ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?**

A) Gelen fotonun enerjisi, saçılan fotonun enerjisinden büyüktür.
B) Gelen fotonun enerjisi, saçılan elektronun enerjisinden büyüktür.
C) Gelen fotonun frekansı, saçılan fotonun frekansından büyüktür.
D) Gelen fotonun dalga boyu, saçılan fotonun dalga boyundan büyüktür.
E) Gelen fotonun momentumu, saçılan fotonun momentumundan büyüktür.

**3.** Einstein' a göre ışık foton denilen taneciklerden oluşmaktadır.

**Buna göre, foton ile ilgili aşağıdakilerden hangisi söylenemez?**

A) Durgun halde bulunamaz.
B) Soğurulduğunda yok olur.
C) Madde ile etkileşime girer.
D) Elektrik alan içinden geçirildiğinde sapmaya uğrar.
E) Enerjisi, frekansı ile doğru orantılı değişir.

**4.** **Üzerine ışık düşürülen metal bir yüzeyden koparılan fotoelektronların kinetik enerjisinin artması için,**

I. Metalin eşik enerjisini azaltmak.
II. Gönderilen ışık fotonlarının frekansını artırmak.
III. Gönderilen ışık fotonlarının sayısını artırmak.

**işlemlerinden hangileri tek başına yapılmalıdır?**

A) Yalnız I
B) Yalnız II
C) I ve II
D) II ve III
E) I, II ve III

**5.** **Einstein' ın fotoelektrik modeline göre,**

I. Metal üzerine düşürülen foton elektron kopartınca metal tarafından soğurulur.
II. Metal yüzeye gönderilen fotonun enerjisinin tamamı elektrona aktarılır.
III. Bir foton üzerine düşürüldüğü metal yüzeyden en fazla bir elektron kopartabilir.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I
B) I ve II
C) I ve III
D) II ve III
E) I, II ve III

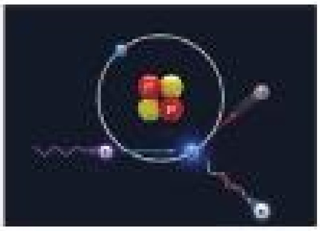
FYT Yayınları

**6.** K, L ,M metallerinden oluşan fotosellere enerjisi 8 eV olan fotonlar düşürüldüğünde, kopanlan fotoelektronlan durdurmak için uygulanan durdurma gerilimleri sırası ile 5 V, 4 V, 3 V oluyor.

**Buna göre; K, L, M metallerinin eşik enerjileri $E_K$, $E_L$, $E_M$ arasındaki ilişki nedir?**

A) $E_K > E_L > E_M$
B) $E_L > E_M > E_K$
C) $E_M > E_L > E_K$
D) $E_K > E_M > E_L$
E) $E_L > E_K > E_M$

**7.**



**Aşağıdaki ışıkla ilgili olan olaylardan hangisi ışığın sadece tanecikli doğası ile açıklanır?**

A) Girişim
B) Compton saçılması olayı
C) Işığın doğrusal yolla yayılması
D) Işığın yansıması
E) Işığın kutuplanması

**8.** **Tıpta kullanılan ultrason görüntüleme cihazı ile ilgili,**

I. Hareketli organ görüntüsü alımını sağlar.
II. Hastalıkların teşhisinde kullanılır.
III. Görüntü oluşumu, organlara gönderilen yüksek frekanslı ses dalgalarının yansıması ile elde edilir.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I
B) I ve II
C) I ve III
D) II ve III
E) I, II ve III

**9.** De Broglie ye göre elektronlarda fotonlar gibi tanecik ve dalga doğası olmak üzere ikili doğaya sahiptir.

**Buna göre,**

I. Hareket eden her elektrona bir dalga eşlik eder.
II. Elektrona eşlik eden dalganın dalga boyu, elektronun momentumu ile ters orantılı değişir.
III. Elektronlar da foton gibi ışık hızı ile hareket eder.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I
B) Yalnız II
C) Yalnız III
D) I ve II
E) II ve III

**10.**

**Siyah cisimlerin ışıması ile ilgili olarak yapılan deneyler sonucunda,**

I. Cisimden her dalga boyunda ışıma yayınlandığı,
II. Cisimden yayınlanan ışığın şiddetinin belirli dalga boylarında en fazla olduğu,
III. Işıma şiddetinin en fazla olduğu dalga boyunun, cismin sıcaklığı arttıkça artması,

**yukarıdaki sonuçlardan hangilerine ulaşılmıştır?**

A) Yalnız I
B) I ve II
C) I ve III
D) II ve III
E) I, II ve III

Test - 8 1-E 2-D 3-D 4-C 5-C 6-C 7-B 8-E 9-D 10-B

1. Nanoteknoloji, nanobilimin katkıları ile sürekli gelişmekte ve tıp, tekstil, makine, elektronik gibi bir çok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır.

**Buna göre,**

I. Kırışmayan kıyafetler

II. Kir tutmayan halı ve kumaşlar

III. Kendi kendini temizleyen bina dış cepheleri

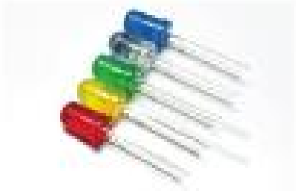
**yukarıda verilenlerden hangisi nanoteknolojinin tekstil alanındaki uygulamalarındandır?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) II ve III

2. **Yarı iletken maddelerle ilgili aşağıdakilerden hangisi söylenemez?**

A) Silisyum ve germanyum yarı iletken maddelerdir.
B) Normal şartlarda yalıtkandırlar.
C) Isı, ışık, elektrik gerilimi etkisi ile iletken hale gelirler.
D) Diyotların yapısında kullanılırlar.
E) Elektrik akımına karşı sıfır direnç gösterirler.

3. Yarı iletken maddeler, elektrik enerjisini ışık enerjisine dönüştüren LED devre elemanlarında da kullanılır.



**Buna göre, LED teknolojisinin kullanım alanlarına,**

I. Işıklı panolar,

II. Uzaktan kumandalar,

III. Cep telefonu, televizyon ve bilgisayar ekranları,

**yukarıdakilerden hangileri örnek olarak verilebilir?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II D) II ve III E) I, II ve III

4. **MAGLEV trenlerinin yüksek hızlarda hareket edebilmelerinde,**

I. Trenin her iki ucunda bulunan süper soğutmalı süper iletken mıknatıslar ile tren yükseltilir.

II. Tren havaya kaldırılarak sürtünme azaltılır.

III. Raydaki iletkenlere verilen elektrik akımı ile oluşturulan manyetik kutuplar, manyetik itme kuvveti oluşturarak trenin hızlanmasını yada yavaşlamasını sağlarlar.

**yukarıdakilerden hangisinin etkisi vardır?**

A) I, II ve III B) I ve III C) II ve III D) I ve II E) Yalnız I

5. I. Aynı frekanslı fotonlardan oluşur.

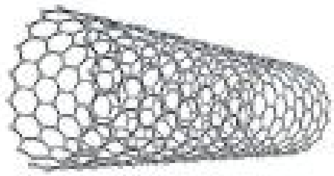
II. Fotonların hepsi aynı fazdadır.

III. Tek renkli bir ışıktır.

**yukarıdaki özelliklerden hangileri LASER ışığına aittir?**

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

6.



**Karbondan elde edilen nano malzemelere,**

I. Grafen

II. Fulleren

III. Silisyum tel

**yukarıdakilerden hangisi örnek olarak gösterilemez?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) II ve III

Fıf Yayınları

**7.** Aşağıdaki tabloda bazı görüntüleme cihazları ile bu cihazlarda görüntülemede kullanılan elektromanyetik dalgalar eşleştirilmiştir.

| | |
|---|---|
| Röntgen | K Dalgası |
| MR | L Dalgası |
| PET | M Dalgası |

**Buna göre; K, L, M dalgalarının dalga boyları $\lambda_K$, $\lambda_L$, $\lambda_M$ arasındaki ilişki nedir?**

A) $\lambda_K > \lambda_L > \lambda_M$
B) $\lambda_M > \lambda_L > \lambda_K$
C) $\lambda_K = \lambda_L = \lambda_M$
D) $\lambda_L > \lambda_K > \lambda_M$
E) $\lambda_L > \lambda_M = \lambda_K$

**8. Aşağıdaki görüntüleme cihazlarının hangisinde görüntülemede kullanılan dalga elektromanyetik dalga değildir?**

A) Röntgen
B) PET
C) Bilgisayarlı Tomografi
D) MR
E) Sonar

**9. LCD ekranlar ile ilgili,**

I. Yapısında sıvı kristaller bulunur.

II. Görüntüleme, sıvı kristallerinin ışığı yansıtması ilkesine dayanmaktadır.

III. Net görüntünün oluşumunda, sıvı kristallerinin elektrik alan içerisinde aynı ortak eksen üzerinde birbirine paralel dizilmeleri etkilidir.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I
B) Yalnız III
C) I, II ve III
D) I ve II
E) I ve III

**10. Yarı iletken malzemelerle geliştirilmiş bir teknoloji ürünü olan güneş pilleri için,**

I. Binaların iç ve dış aydınlatma sistemlerinde kullanılır.

II. Güneş enerjisini doğrudan elektrik enerjisine dönüştürür.

III. Kendine bağlanmış elektrik devresinde alternatif akım kaynağı vazifesi görür.

**yukarıdaki ifadelerden hangisi söylenemez?**

A) Yalnız I
B) Yalnız II
C) Yalnız III
D) I ve III
E) II ve III

**11. Aşağıdaki görüntüleme cihazlarının hangisinde görüntüleme işlemi yapılmadan önce hastaya içerisinde radyoaktif madde olan bir sıvı verilir?**

A) Sonar
B) PET
C) Ultrason
D) Radar
E) MR

**12. Sonar cihazlarının kullanım alanları ile ilgili,**

I. Denizcilikte balık sürülerinin saptanması ve su derinliğinin ölçülmesinde kullanılır.

II. Tıp alanında anne karnındaki bebeğin görüntülenmesinde kullanılır.

III. Askeri amaçlı olarak erken hava saldırı uyarısında kullanılır.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I
B) Yalnız II
C) I ve II
D) I ve III
E) II ve III

Fıt Yayınları

Test - 9 1-D 2-E 3-E 4-A 5-E 6-C 7-D 8-E 9-C 10-C 11-B 12-A

## Test - 1

### Çözüm 1

Michelson - Morley deneyinde, ether ortamındaki dalgalanmalardan dolayı oluşacak ışık hızındaki değişimleri ölçmek ve buna dayanarak da etherin varlığını ispatlamak amaçlanmıştır.

(I. II.Doğru)

Michelson - Morley deneyinde ışığın kırınması olayına yönelik bir çalışma yapılmamıştır.

(III.Yanlış)

Cevap C

### Çözüm 2

Michelson - Morley deneyi sonucunda; ether hipotezinin geçerli olmadığı ispatlandı.

(I.Doğru)

Boşlukta ışık hızının her doğrultu ve her yönde aynı değere sahip olduğu ortaya konuldu.

(II.Doğru)

Gözlemcinin hareketi ile ışık hızının değeri arasındaki ilişkiyi özel görelilik kuramı açıklamaktadır.

Michelson - Morley deneyinde gözlemcinin hareketi ile ışık hızının değişimi arasında bir ilişki kurulmaz.

(III.Yanlış)

Cevap B

### Çözüm 3

Özel görelilik kuramına göre uzunluk ve zaman kavramları mutlak değildir.

Farklı eylemsiz referans sistemlerindeki gözlemciler uzunlukları ve zamanı farklı değerlerde ölçerler.

Farklı eylemsiz referans sistemindeki gözlemciler için kütle ise aynı değerdedir.

(I.Yanlış, II. III.Doğru)

Cevap C

### Çözüm 4

Özel görelilik kuramı iki varsayımla açıklanır.

Buna göre; fizik yasaları tüm eylemsiz referans sistemlerinde aynıdır.

(I.Doğru)

Işık hızı, gözlemci ve ışık kaynağının hızından bağımsız olarak tüm eylemsiz referans sistemlerinde aynıdır.

(III.Doğru)

Işığın tüm evreni doldurduğu kabul edilen ether ortamı içinde yayılmasını özel görelilik kuramı söylemez.

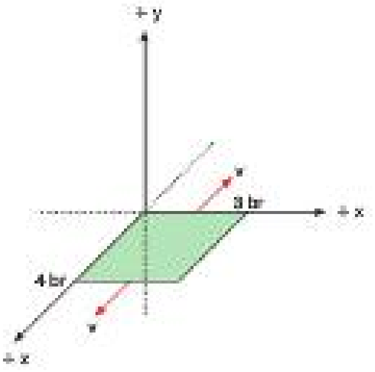
(II.Yanlış)

Cevap E

Yayınları

### Çözüm 5

Yerden bakan bir gözlemci dikdörtgen levhayı kare biçiminde gözlemliyor ise levha şekildeki gibi + z ya da – z yönünde gitmelidir.




Einstein'a göre, yüksek hızda hareket eden cisimlerin hareket doğrultusundaki boylarında kısalma gözlenir.

Bu nedenle z ekseni üzerindeki bulunan ve uzunluğu 4 br olan uzun kenarın kısalarak 3 br olması ve kare gibi gözlenmesi için z doğrultusunda hareket ediyor olmalıdır.

Cevap B

**Çözüm 6**

Özel görelilik kuramına göre ışık, gözlemcinin ve ışık kaynağının hareketinden bağımsız olarak, tüm eylemsiz referans sistemlerinde aynı değerde yayılır.

Bundan dolayı farklı referans sistemlerinde zaman farklı ölçülür. Buna zamanın göreliliği denir.

Buna göre; Bir olayın gerçekleştiği ve olaya göre durgun gözlem çerçevesinde ölçülen zaman mutlak zaman olarak adlandırılır.

(I.Doğru)

Olayın dışında ve olaya göre ışık hızına yakın bir hızla hareket eden gözlem çerçevesindeki gözlemciler olayın oluş zamanını mutlak zamana göre daha uzun ölçerler.

Bu durum göreli zaman olarak adlandırılır.

(II.Doğru)

Göreli zamanı ölçen gözlemciler için zaman genişlemeye uğramıştır.

(III.Doğru)

Cevap E

**Çözüm 7**

Işık hızı, boşlukta ve her doğrultuda aynı değerde olması hem Michelson - Morley deneyinin bir sonucu hem de Einstein' ın özel görelilik kuramının bir varsayımıdır.

(I.Doğru)

Işığın yayılması için ether ortamına gerek olmadığını Michelson - Morley deneyi ortaya koymaktadır.

(II.Yanlış)

Işığın tanecikli yapıda olmasını Michelson - Morley deneyi ve özel görelilik kuramı açıklamaz.

(III.Yanlış)

Cevap A

**Çözüm 8**

Özel görelilik kuramına göre ışık tüm eylemsiz referans sistemlerinde aynı hız değeri ile yayılır.

Buna göre Tolga ve Cem için kaynaktan çıkan ışığın yayılma hızı aynı değerdedir.

(I.Doğru)

Kaynaktan çıkan ışığın, tekrardan kaynağa dönmesi sırasında izlediği yolu Cem vagona göre hareketsiz olduğu için 1, Tolga ise vagonun hareket etmesinden dolayı 2 gibi görür.

(II.Doğru)

Işığın hızının büyüklüğü Cem ve Tolga için aynı olurken ışık kaynaktan çıkıp tekrar kaynağa geri dönüşü sırasında Tolga' ya göre daha uzun bir yol gider.

Bundan dolayı Tolga' ya göre ışığın hareketi daha uzun zamanda oluşur.

(III.Doğru)

Cevap E

**Çözüm 9**

Özel görelilik kuramı eylemsiz referans sistemleri için geçerlidir.İvmesi sıfır olan gözlem çerçevelerine eylemsiz referans sistemi denilir.

Bundan dolayı durmakta olan ya da sabit hızlı hareket eden gözlemciler bir eylemsiz referans sistemi olarak söylenir.

(I. ve II.Doğru)

Düzgün hızlanan hareket yapan bir gözlemci ivmeli hareket yaptığı için eylemli referans sistemi olarak tanımlanır.

(III.Yanlış)

Cevap D

Fi† Yayınları

## Test - 2

### Çözüm 1

Işık hızının tüm eylemsiz referans sistemlerinde aynı değerde olmasından dolayı zaman farklı eylemsiz referans sistemlerinde farklı olarak ölçülür. Bundan dolayı özel görelilik kuramına göre zaman görelidir.

Buna göre; ışık hızına yakın bir hızla hareket eden astronot ile Dünya' daki merkezde bulunan bir kişi için zaman farklı akar. Işık hızına yakın hızda hareket eden uzay mekiğindeki zaman Dünya daki gözlemci için daha yavaş akar. Bundan dolayı astronota göre geçen zaman merkezdeki gözlemciye göre geçen zamandan daha azdır. Astronotun saatinin geri kalması zamanın göreliliğinden kaynaklanır.

(I.Doğru)

İkizler paradoksu olarak adlandırılan olayda da zamanın göreliliği geçerlidir. Işık hızına yakın bir hızla hareket eden uzay mekiği ile Dünya' dan 10 ışık yılı uzaklıktaki gezegene gidip gelen ikiz kardeşlerden biri için zaman yavaş geçerken Dünya' daki için daha hızlı zaman geçer. Bundan dolayı Dünya' daki kardeş daha çok yaşlanır.

(II.Doğru)

Yerde durmakta olan gözlemcinin ışık hızına yakın bir hızla hareket eden uzay mekiğinin boyunu hareket doğrultusunda daha kısa görmesi göreli uzunluk ile ilgilidir.

(III.Yanlış)

Cevap D

### Çözüm 2

Göreli uzunluğa göre; ışık hızına yakın bir hızla hareket eden bir gözlemci, cisimlerin boyunu hareket doğrultusunda daha kısa görür.

(I.Doğru)

Kısalma sadece hareket eden gözlemcinin hareketi doğrultusunda gözlenir. Harekete dik doğrultudaki uzunluklarda kısalma gözlenmez.

(II.Doğru)

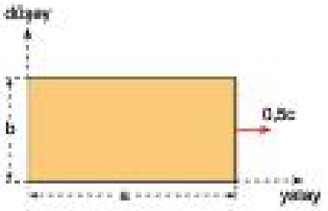
Gözlemcinin hızı arttıkça cismin uzunluğundaki kısalma miktarı da artar.

(III.Doğru)

Cevap E

### Çözüm 3

Şekilde de görüldüğü gibi levha yatay doğrultuda 0,5c hızı ile hareket ediyor.




Bundan dolayı yerde durmakta olan gözlemci levhanın yatay boyunda kısalma görür.

Düşey boyunda ise bir değişiklik gözlemez.

Buna göre; a, azalır; b, değişmez.

Cevap C

### Çözüm 4

K, L, M çubukları ışık hızına yakın bir hızla hareket ettiklerinde yerde durmakta olan gözlemci çubukların boylarını kısalmış olarak görür.

Çubukların hızları büyüdükçe kısalma da artar.

Çubuklar yere göre durgunken boylarının uzunlukları sırası ile 3ℓ, 2ℓ, ℓ iken yerdeki durgun gözlemcinin çubukların boylarını eşit olarak görebilmesi için boyu en uzun olanın hızının büyüklüğü en fazla olması gerekir.

Buna göre çubukların hızlarının büyüklükleri arasında,

$v_M < v_L < v_K$ ilişkisi vardır.

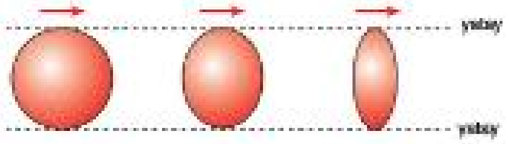
Cevap A

Fi' Yayınları

### Çözüm 5

Işık hızına yakın bir hızla hareket eden küresel cismin hareket doğrultusu üzerindeki uzunluğunda yerde durmakta olan gözlemci tarafından büzülme gözlenir.

Bu büzülme sadece hareket doğrultusunda oluşurken cismin hızı arttıkça büzülme miktarı da artar.




Buna göre, küresel cisim yatay doğrultuda sürekli hızını artırırsa gözlemci küresel cismi şekildeki gibi görür.

Cevap B

### Çözüm 6

Einstein' ın $E = m.c^2$ ifadesi, kütle ile enerjinin eşdeğer olduklarını ve birbirine dönüşebileceklerini ifade etmektedir.

(I.Doğru)

Bir kütlenin enerjiye dönüşmesi için ışık hızına ulaşmasına gerek yoktur. Örneğin çift yok olma tepkimesinde elektron ile pozitronun beraber olması yeterlidir.

(II.Yanlış)

Radyoaktif çekirdek dönüşümlerinde çekirdekten dışarıya yüksek enerjili ışık fotonları yani enerji yayınlanır.

Geride kalan çekirdeğin kütlesinin, yayınlanan fotonların enerjisi kadar azaldığı görülür.

Bu enerji $E = m.c^2$ ifadesine karşılık gelir.

(III.Doğru)

Cevap D

### Çözüm 7

Zaman genişlemesine örnek olarak,

'Biri yere diğeri de jet uçağına konularak yolculuk ettirilen özdeş iki atom saatinden jetteki saatin geride kalması.' olayı verilebilir. Çünkü yüksek hızda hareket ettirilen atom saatinde zaman genişlemesi gözlenir.

(I.Doğru)

'Işığın kırıcılık indisi büyük ortama girdiğinde yavaşlaması.' olayı verilemez. Çünkü bu olay dalgaların yayılma hızının ortama bağlı olması ile ilgilidir.

(II.Yanlış)

'Biri Dünya'da diğeri Ay'da bulunan özdeş iki basit sarkaçtan aydakinin daha yavaş çalışması.' olayı verilemez. Çünkü bu olay basit harmonik hareketle ilgili olup, Ay'daki sarkacın yavaş çalışmasının nedeni, orada yer çekimi ivmesinin daha küçük olmasıdır.

(III.Yanlış)

Cevap A

### Çözüm 8

Atom altı parçacıklar konusundan hatırlanacağı üzere bir elektron ile antiparçacığı pozitron çarpıştırıldığında kütle yok olarak enerjiye dönüşür. Yok olan kütle miktarına eşdeğer enerji oluşur.

(I.Doğru)

Bu olayda oluşan enerji Einstein' ın $E = m.c^2$ ifadesi ile hesaplanır.

(II.Doğru)

Çift yok olması olayında yok olan kütle, eşdeğer miktarda enerjiye dönüştüğü için Einstein' ın kütle - enerji eşdeğerliliği ilkesini ispatlamaktadır.

(III.Doğru)

Cevap E

Fi̇f Yayınları

# Test - 3

## Çözüm 1

Klasik yaklaşıma göre ışımanın şiddeti frekansa bağlı olarak sürekli artış göstermelidir.

Bu durum ışımanın dalga boyunun küçüldükçe yayınlanan enerjinin sonsuz bir değer alacağını söyler.

Fakat grafiğe göre dalga boyu küçükdükçe ışıma şiddetinin de sıfıra doğru yaklaştığı ve enerjinin sonsuz olamayacağı ortaya çıkar.

Bu durum kuantum fiziği ile açıklanmıştır.

(I. ve II.Doğru)

Cevap D

## Çözüm 2

Madde, sıcaklığından dolayı dışarıya elektromanyetik ışıma yapar. Bu ışıma madde taneciklerinin titreşiminden kaynaklanır.

(I.Doğru)

Madde sadece katı halde iken ışıma gözlenmez. Diğer fiziksel hallerde de ışıma gözlenir.

(II.Yanlış)

Yayınlanan elektromanyetik ışımanın şiddeti sıcaklığın artması ile artış göstermeye başlar.

(III.Doğru)

Cevap E

## Çözüm 3

Grafiğe göre ışınım şiddetinin tepe değerine karşılık gelen dalga boyunun azalması sıcaklıktan dolayıdır. Buna göre, K nin sıcaklığı L ninkinden büyüktür.

(I.Doğru)

K nin grafiğinin altındaki alan L ninkinden daha büyük olduğu için K nin yaptığı ışımanın toplam enerjisi L ninkinden büyüktür.

(II.Doğru)

Grafikten de görüleceği üzere K nin ışıma şiddeti L ninkinden fazladır.

(III.Yanlış)

Cevap B

## Çözüm 4

I. , II. , III. öncüllerde ifade edilenler Planck' ın siyah cisim ışımasını açıklamak için ortaya koyduğu hipotezindeki görüşleridir.

Planck' a göre siyah cisim her kuantum durumu(n) için ayrı bir enerji değeri alır ve dışarıya da bu kuantum değerine karşılık gelen enerjide ışıma yapar.

Bu ışımanın enerjisinin değeri frekans ile doğru orantılı olur.

(I. II. III.Doğru)

Cevap E

## Çözüm 5

Fotonun kütlesi yoktur.

(I.Doğru)

Foton elektrik yükü taşımayan bir parçacıktır.

(II.Doğru)

Foton madde ile etkileşime girerek madde atomlarının uyarılmasını ve fotoelektrik etki ile de maddeden elektron koparılmasını sağlar.

(III.Yanlış)

Cevap C

## Çözüm 6

Kütle fotonun sahip olduğu fiziksel bir özellik değildir.

Cevap C

FF Yayınları

## Çözüm 7

Fotonun enerjisi $E_f = h.f$ den frekans ile doğru orantılı değişir.

(I.Yanlış)

Fotonun momentumu $P = \frac{E_f}{c}$ den enerji ile doğru orantılı değişir

(II.Doğru)

Fotonun momentumu $P = \frac{h}{\lambda}$ dan dalga boyu ile ters orantılı değişir.

Momentumun artması için dalga boyunun azalması gerekir.

(III.Yanlış)

Cevap B

## Çözüm 8

Fotonlar $E_f$ enerji, P momentumu olmak üzere,

$E_f = P.c$ ile ifade edilen hem enerjiye hem de momentuma sahiptir.

(I.Doğru)

Fotonlar hareketsiz olmaz. Kütlesi ve durgun enerjisi yoktur.

(II.Doğru)

Fotonlar daima c ışık hızı ile hareket ederler.

(III.Doğru)

Cevap E

## Çözüm 9

Fotonun enerjisi,

$E_f = \frac{hc}{\lambda}$ ifadesinden,

$E_f = \frac{12400}{4000}$

$E_f = 3,1$ eV olur.

Cevap A

## Çözüm 10

Einstein' ın fotoelektrik denklemine göre;

$E_f = E_0 + E_{K_{max}}$ ifadesinden,

$\frac{hc}{\lambda} = \frac{hc}{\lambda_0} + E_{K_{max}}$ yazılırsa,

$\frac{12400}{1550} = \frac{12400}{6200} + E_{K_{max}}$

$8 = 2 + E_{K_{max}}$

$E_{K_{max}} = 6$ eV bulunur.

Cevap C

# Test - 4

## Çözüm 1

I. II. III. öncüllerinde verilen örneklerin hepsi fotoelektrik olayın günlük yaşamda teknolojide kullanıldığı yerlere örnek olarak verilebilir.

Cevap E

Fırat Yayınları

## Çözüm 2

Şekildeki fotoelektrik devrede üreteç katottan kopanlan elektronların kinetik enerjilerini artıracak şekilde bağlanmıştır.

Bu bağlama şekli ayrıca anota doğru sürüklenen elektron sayısını da artırır. Fakat üretecin gerilim değerinin, kopan elektronların tamamını anota ulaştırıp devreden maksimum akım geçmesini sağlayan değerde olup olmadığı bilinmemektedir.

Bundan dolayı üreteç geriliminin artırılmasının akım şiddetine etkisi kesin bilinemez.

(I.Kesin değil)

Üreteç gerilimi artırılırsa anota çarpan elektronların kinetik enerjisi kesinlikle artar.

(II.Doğru)

Üreteç geriliminin katottan kopan elektron sayısına bir etkisi yoktur.

(III.Yanlış)

Cevap B

## ÇÖZÜMLERİ

### Çözüm 3

Şekildeki fotoelektrik devrede üretecin bağlanma şekli, katottan kopanları elektronların kinetik enerjilerini artırıcı şekildedir.

Einstein' ın fotoelektrik denkleminden yararlanarak anota çarpan elektronların kinetik enerjisi,

$E_K = E_f - E_0 + eV$ ifadesinden hesaplanır.

Buna göre,

$E_K = 12 - 5 + 3$

$E_K = 10$ eV bulunur.

Cevap C

### Çözüm 4

Grafiğe göre X metalinin eşik enerjisi E, eşik frekansı ise f dir.

Buna göre, eşik enerjisi, $E = h.f$ dir.

Metale gönderilen 4f frekanslı fotonların enerjisi, $E_f = h.4f = 4E$ olur.

Einstein' ın fotoelektrik denkleminden X metalinden kopanları elektronların maksimum kinetik enerjisi,

$4E = E + E_K$

$E_K = 3E$ bulunur.

Cevap A

### Çözüm 5

Şekildeki fotoelektrik devresinde üreteç devreye akımı kesecek şekilde ters bağlanmıştır.

5 V luk üreteç gerilimi, akımı kesecek en küçük değer olduğu için,

$E_K = eV_{kesme}$ den,

katottan kopan elektronların kinetik enerjileri 5 eV olmalıdır.

Einstein' ın fotoelektrik denklemine göre;

$E_f = E_0 + E_K$ den katota düşürülen fotonların enerjisi,

$E_f = 3 + 5$

$E_f = 8$ eV bulunur.

Cevap D

### Çözüm 6

Grafiğe göre $f > f_Y > f_X$ ilişkisinden dolayı f frekanslı fotonlar her iki levhadan da elektron koparır.

Kopan elektronların kinetik enerjisi;

X metali için, $E_{K_X} = h.f - h.f_X$

Y metali için, $E_{K_Y} = h.f - h.f_Y$ olur.

Buradan, $E_{K_X} > E_{K_Y}$ olduğu anlaşılır.

Cevap E

### Çözüm 7

K, L, M fotosellerine aynı frekanslı fotonların düşürülmesi fotonların enerjilerinin eşit olması demektir.

Grafikten fotosellerde oluşacak akımları kesen potansiyel farklar sırası ile 3V, 2V, 1V olak verilmiş.

$E_f = E_0 + eV_{kesme}$ ifadesinden fotosellerin eşik enerjileri,

$E_0 = E_f - eV_{kesme}$ den hesaplanır. Buna göre;

$E_K = E_f - 3eV$

$E_L = E_f - 2eV$

$E_M = E_f - eV$ ifadelerinden, $E_M > E_L > E_K$ olur.

Cevap B

### Çözüm 8

K ve L fotonlarının aynı fotoselde oluşturduğu maksimum akım şiddetleri arasında, grafiğe göre $I_K > I_L$ ilişkisi vardır. Bunun olması için fotosele düşen K fotonlarının ışık şiddeti, L fotonlarına göre daha büyük olmalıdır.

(I.Yanlış)

K ve L fotonları aynı fotosele düştükleri için metalin eşik enerjisi her ikisi için de aynıdır. Grafiğe göre, her iki ışık için de kesme potansiyel fark aynıdır. Buna göre, $E_f = E_0 + eV$ den, K ve L fotonlarının enerjileri eşittir.

(II.Yanlış)

K ve L fotonları için kesme potansiyel farkın aynı değerde olması fotonların kopardığı elektronların kinetik enerjilerinin aynı olması demektir.

(III.Doğru)

Cevap C

Fri Yayınları

# Test - 5

## Çözüm 1

Fotoelektrik olay ve Compton saçılması olayları ışığın tanecikli bir yapıda olması ile açıklanabilen olaylardır. Bu olaylarda ışık bir tanecik gibi davranmaktadır.

(I.Doğru)

Fotoelektrik olayda metal yüzeyinden koparılan bir elektron bir kinetik enerji ile fırlarken, Compton saçılması olayında da serbest elektron ile esnek çarpıştırılan elektron bir kinetik enerji ile saçılır.

(II.Doğru)

Fotoelektrik olay, Einstein denkleminde enerjinin korunumu şeklinde açıklanır. Compton saçılmasında foton ile elektronun çarpışması esnek bir çarpışma olduğu için enerji korunmaktadır.

(III.Doğru)

Cevap E

## Çözüm 2

Işık basıncı, ışığın sadece tanecikli doğası tarafından açıklanabilir.

A, B, D, E şıklarında anlatılan olaylar ise ışığın her iki doğasının da ortak açıklayabildiği olaylardır.

Cevap C

## Çözüm 3

Işığın aynalardan yansıması ve ışığın doğrusal yol boyunca yayılması hem dalga hem de tanecik doğası ile açıklanır.

(I. ve II.Doğru)

Işığın ortam değiştirirken bir kısmının kırılıp bir kısmının yansıması olayı ışığın sadece dalga doğası ile açıklanır.

(III.Yanlış)

Cevap D

## Çözüm 4

Polarizasyon, kırınım ve girişim olaylarında ışık sadece dalga doğasını gösterir.

Verilen olaylardan üç tanesinde ışık dalga doğasına sahiptir.

Cevap C

## Çözüm 5

B şıkkında ifade edildiği gibi elektron ile çarpıştırılan fotonun çarpışma sonucu enerjisi azaldığından dolayı dalga boyu artar.

Cevap B

## Çözüm 6

Compton olayında, ışık bir tanecik gibi davranmıştır. Bu olay taneciğe ait fiziksel büyüklüklerle açıklanabildiği için ışığın tanecikli doğaya sahip olduğu anlaşılmıştır.

(I.Doğru)

Compton olayında momentum korunmuştur. Bu korunum ışığın bir momentumunun olması ile açıklanmıştır. Deney sonucunda ışığın momentuma sahip olduğu anlaşılmıştır.

(III.Doğru)

Işığın yayılması için ether ortamına gerek olmadığı Michelson - Morley deneyi ile anlaşılmıştır.

(II.Yanlış)

Cevap D

## Çözüm 7

Compton saçılması olayında enerji ve momentum korunmaktadır.

Gelen fotonun enerjisi saçılan foton ile saçılan elektronun enerjileri toplamına eşit olacağı için gelen fotonun enerjisi saçılan fotonun enerjisinden daha büyük olur.

(I.Doğru)

Foton elektrona çarptıktan sonra yayılırken yine ışık hızı ile yayılır.

(III.Yanlış)

Einstein bağıntısına göre foton enerjisi, $E_f = P.c$ dir.

P fotonun momentumu olmak üzere saçılmadan sonra fotonun enerjisi azalacağı için momentumunun büyüklüğü de azalır.

(II.Doğru)

Cevap A

Fit Yayınları

## Çözüm 8

De Broglie hipotezine göre elektronlar da fotonlar gibi ikili doğaya sahiptirler.

Elektron hareket ettiğinde elektrona bir dalga eşlik eder. Bu dalgaya madde dalgası denir.

(I.Doğru)

Madde dalgalarının dalga boyu $\lambda = \frac{h}{P}$ ifadesine göre, momentum ile ters orantılıdır.

(II.Yanlış)

De Broglie hipotezinin madde dalgaları ile ilgili öngörülerinden biri de madde dalgalarının enerjilerinin Einstein bağıntısına uyması gerektiğidir.

(III.Yanlış)

Cevap A

## Çözüm 9

Fotonlar daima c ışık hızı ile hareket eder. Bundan dolayı foton elektron ile çarpışmadan önce ve çarpıştıktan sonra c ışık hızı ile hareket eder.

$v_1 = v_2 = c$ olur.

Foton elektrona çarptıktan sonra elektron daima ışık hızından daha küçük bir hızla fırlar.

Buna göre, $c > v_3$ olur.

Bu durumda,

$v_3 < v_2 = v_1$ olur.

Cevap C

## Çözüm 10

De Broglie hipotezine göre fotonun momentumu ile dalga boyu arasında,

$P = \frac{h}{\lambda}$ ifadesine göre ters orantı vardır.

Buna göre, X, Y, Z fotonlarının dalga boyları arasındaki ilişki,

$\lambda_Z < \lambda_Y < \lambda_X$ ise,

momentumları arasında,

$P_X < P_Y < P_Z$ ilişkisi vardır.

Cevap B

# Test - 6

## Çözüm 1

Tıpta kullanılan röntgen cihazlarında X - ışınları, MR cihazlarında ise radyo dalgaları kullanılmaktadır.

Cevap A

## Çözüm 2

Germanyum atomlarından oluşan kristale son yörüngesinde 3 elektron bulunduran atomlar katıldığında kristal yapı içerisinde boşluklar meydana getirerek oluşan yeni kristalin + elektrik yüklü olması sağlanır.

Oluşan bu iletken maddeye P tipi yarı iletken denir.

(I.Doğru)

P tipi yarı iletkenlerde akım taşıyıcılar elektronlar değil boşluklardır.

(II.Yanlış)

Diyotlar elektrik akımını tek yönlü geçiren devre elemanlarıdır. Yapılarında N ve P tipi yarı iletken maddeler birlikte kullanılır.

(III.Doğru)

Cevap D

## Çözüm 3

MR cihazında görüntüleme, cihazın yapısında bulunan güçlü mıknatıslar ve cihazdan yayınlanan radyo dalgaları ile yapılır.

Görüntülemenin yapılacağı bölgeye cihazdan radyo dalgaları gönderilir.

(I.Doğru)

Görüntülemenin yapılacağı bölge cihazın yapısında bulunan güçlü mıknatısın manyetik alanı içine konulur.

Görüntülemenin yapılacağı bölgedeki atomların çekirdekleri manyetik alan etkisi ile titreştirilir.

(II.Doğru)

Üzerine radyo dalgaları düşürülen atomlar belli bir frekansta bu radyo dalgalarını geri yansıtarak görüntü oluşturulur.

(III.Doğru)

Cevap E

Fırat Yayınları

**Çözüm 4**

Hem bilgisayarlı tomografi cihazında hem de röntgen cihazında X - ışınları kullanılır.

(I.Doğru)

Her iki görüntüleme cihazının çalışmasında fiziğin elektromanyetizma yasaları geçerlidir.

(II.Doğru)

Vücudun herhangi bir bölgesinin kesitsel görüntüsü sadece bilgisayarlı tomografide sağlanır.

(III.Yanlış)

Cevap B

**Çözüm 5**

Röntgen yöntemi ile görüntülemede X - ışınları kullanılır.

(I.Doğru)

Bu yöntemde vücudun kemik ihtiva eden sert bölümlerinde görüntüleme kolayca sağlanabilmektedir.

(II.Doğru)

Karın boşluğunda bulunan yumuşak dokulardan oluşmuş organlarda ise Röntgen net bir görüntü oluşturamaz.

(III.Yanlış)

Cevap D

**Çözüm 6**

Vücuda verilen radyoaktif sıvı bir maddeden yayılan pozitron parçacıkları ile vücut atomlarının serbest elektronları birleşerek çift yok olması ile gama ışınlarını oluştururlar. Bu ışınlar cihazdaki dedektörler sayesinde algılanıp görüntüleme de kullanılır.

(I.Doğru)

Görüntüleme cihazlarından en gelişmişi olan PET sayesinde tüm vücudun üç boyutlu görüntüsü elde edilebilmektedir.

(II.Doğru)

Nükleer tıp alanında ve özellikle onkolojik hastalıkların teşhisinde ve tanısında kullanılır. Tedavi amaçlı kullanılmaz.

(III.Yanlış)

Cevap D

**Çözüm 7**

Termal kameralarda görüntüleme cisimlerden yayılan kızıl ötesi dalgalar ile yapılır.

Termal kameralarda X - ışınları kullanılmaz.

Cevap C

**Çözüm 8**

LCD ve plazma teknolojisinin kullanıldığı ekranlar kırmızı - yeşil - mavi renk piksellerinden (hücreleri) oluşur. (I.Doğru)

LCD ve plazma ekran teknolojilerinin geliştirilmesi ile ekranlar düz ve ince hale getirilmiştir. (II.Doğru)

Pikseller içindeki gazın elektrik ile plazma haline geçirilmesi ilkesi sadece plazma teknolojisinde geçerlidir.

LCD ekran teknolojisinde sıvı kristaller kullanılır. (III.Yanlış)

Cevap B

Fen Yayın

**Çözüm 9**

Yarı iletkenler iletkenlik bakımından iletkenler ile yalıtkanlar arasında bulunur.

(I.Doğru)

Yarı iletken maddeler belirli etkiler altında (ısı, ışık, elektrik) iletken hale geçerler fakat bu iletkenlik geçici bir iletkenliktir.

(II.Yanlış)

Yarı iletken maddeler diyot, LED ve transistörlerin yapısında kullanılırlar.

(III.Doğru)

Cevap D

**Çözüm 10**

Güneş pillerinin yapısında P ve N tipi yarı iletken malzeme bulunur (I.Doğru)

Güneş'ten gelen ışık fotonları yarı iletken malzeme tarafından soğurulur. (II.Doğru)

Soğurulan fotonlar serbest elektronların oluşmasını sağlar.

Bu oluşan serbest elektronların hareketi ile elektrik akımı oluşmuş olur. (III.Doğru)

Cevap E

**Çözüm 11**

Diyotun yapısında yarı iletken malzeme olarak hem N tipi hem de P tipi yarı iletken malzeme bulunur.

(I.Yanlış)

Diyotlar elektrik devrelerinde tek yönde akımın geçmesini sağlamak amacı ile kullanılır.

(II.Doğru)

Günlük yaşamda evlerde kullanılan alternatif akım şehir gerilimini, doğru akım gerilimine dönüştürerek cihazların çalışmasını sağlar.

(III.Doğru)

Cevap B

## Test - 7

**Çözüm 1**

Transistörler P ve N tipi yarı iletken malzemelerle üretilen çok az enerji harcayan, üretimi kolay ve maliyeti düşük elektronik devre elemanlarıdır. (I.Doğru)

Kullanım amaçlarından biri de amplifikatör devrelerinde elektrik sinyallerini yükseltmektir. (II.Doğru)

Bazı elektronik devrelerinde elektrik akımını geçirme ya da geçirmeme bakımından anahtarlama amacı ile kullanılır. (III.Doğru)

Cevap E

**Çözüm 2**

Bir madde süper iletkenliğe; kritik bir sıcaklık değerine ulaştırılıp , bu sıcaklık değerinde madde üzerine uygulanan kritik bir manyetik alan değerinde geçer.

Bundan dolayı maddenin süper iletkenliğe geçmesi kritik sıcaklık değerine bağlıdır. (I.Doğru)

Kritik manyetik alanın değerine bağlıdır. (II.Doğru)

Bunların dışında maddenin genleşme katsayısına bağlı değildir. (III.Yanlış)

Cevap D

**Çözüm 3**

Süper iletken maddeler teknolojinin bir çok alanında kullanılmaktadır.

I, II, III öncüllerinin hepsinde de süper iletken maddelerin özelliklerine bağlı olarak kullanıldığı teknolojideki alanlar anlatılmaktadır.

(I. II. III.Doğru)

Cevap E

**Çözüm 4**

Maddeler süper iletken hale geldiklerinde; elektrik akımına karşı sıfır direnç gösterirler; içine konuldukları dış manyetik alan ise maddenin içine nüfuz edemez. Bu iki durum bütün süper iletken maddeler için aynıdır.

(II.ve III.Doğru)

Maddelerin süper iletkenliğe geçtikleri kritik sıcaklık değeri ise maddelerin cinsine bağlı olarak birbirinden farklıdır.

(I.Yanlış)

Cevap C

**Çözüm 5**

LASER ışığı yoğunlaşmış ışık demeti olduğu için üzerine düşürüldüğü madde üzerinde enerji yoğunluğundan dolayı tahribat meydana getirir.

(I.Doğru)

LASER ışığı, görünür bölge frekansındaki fotonlardan oluşturulabileceğinden dolayı görülür.

(II.Doğru)

LASER ışığı, bulut, sis, yağmur gibi atmosfer olaylarından etkilenir.

(III.Yanlış)

Cevap B

Fil Yayınları

### Çözüm 6

Malzemeler nano boyutlara indirildiğinde beklenenden çok farklı özelliklere sahip olabilirler.

Bu duruma örnek olarak;

normalde kırılgan olan seramik malzemesinin deforme olup şekil verilebilir hale gelmesi

(I.Doğru)

Bakır metalinin saydam hale gelmesi

(II.Doğru)

Altın partiküllerinin kırmızı renkte görülmesi

(III.Doğru)

yukarıdakilerin hepsi örnek olarak verilebilir.

Cevap E

### Çözüm 7

Günlük yaşamda LASER ışığı tıp, sanayii, haberleşme, savunma, mühendislik başta olmak üzere bir çok alanda kullanılır.

I. II. III. ve IV. öncüllerin hepsinde LASER ışığının kullanıldığı alanlara verilen örnekler doğrudur.

Cevap E

### Çözüm 8

Nano teknoloji bir görüntüleme teknolojisi değildir.

(I.Yanlış)

Nano teknoloji, maddenin atomik ve moleküler ölçekte kontrolünü amaçlar ve bu doğrultuda teknolojik ürünler geliştirir.

(II.Doğru)

Islanmayan kumaşlar nano teknolojinin ortaya koyduğu bir üründür. Nano teknoloji, nano bilimin ürettiği bilgileri kullanarak teknolojik ürünleri geliştirmeye çalışır.

Nano bilim ise kuantum fiziğinin ilkelerinden yararlanır. Bundan dolayı nano teknolojinin gelişmesinde, yeni ürünlerin geliştirilmesinde kuantum fiziğinin ilkelerinden yaralanılır.

(III.Doğru)

Cevap E

### Çözüm 9

Nanobilim, nano yapıları ve özelliklerini inceler. Nano yapılar ise boyut olarak 1 - 100 nm arasındaki yapılardır. Bundan dolayı nanobilim, boyutları 1 - 100 nm arasıdaki yapıların fiziksel davranışlarını inceler.

(I.Doğru)

Nano yapıları oluşturan atomların ve atom gruplarının davranışları kuantum fiziği ile araştırılır. Bundan dolayı nanobilim kuantum fiziğinin ilkelerinden yararlanarak nano yapıların fiziksel davranışlarını açıklar.

(II.Doğru)

Gezegenlerin hareketleri ile ilgili çalışmalar fiziğin alt alanlarından mekanik yapar.

(III.Yanlış)

Cevap C

### Çözüm 10

LASER ışığı oluşturulurken temel halde bulunan atomların temel haldeki elektronları uyarılarak uyarılma düzeyindeki elektron sayısı artırılarak tersine birikim yapılmalıdır.

(I.Doğru)

Uyarılma düzeyindeki elektronların üzerine enerjisi uyarılma düzeyi ile temel hal arasındaki fark kadar olan fotonlar gönderilerek elektronların temel hale geçmesi sağlanmalıdır.

(II.Doğru)

Uyarılma düzeyindeki elektronlara çarpıp onların temel hale inmesini sağlayan fotonlar soğurulmazlar.

(III.Doğru)

Cevap E

### Çözüm 11

Doğada bulunan bitki ve hayvanların yapısında bulunan nano yapılar nanobilimin ve nanoteknolojinin gelişmesine ilham olmuştur.

Bu duruma I. II. ve III. öncüllerde verilen örnekler gösterilebilir.

(I. II. III.Doğru)

Cevap E

FT Yayınları

## Ünite Tarama - 1 (Test - 8)

### Çözüm 1

Einstein' ın özel görelilik kuramının 2. postülasına göre;

ışık hızı, gözlemcinin ve ışık kaynağının hızından bağımsızdır.

Tüm eylemsiz referans sistemlerinde ışığın hızı aynıdır.

Bundan dolayı K ve L arabalarının sürücüleri K arabasının farlarından çıkan ışığın hızını c olarak aynı değerde görürler.

Buna göre,

$v_1 = v_2 = c$ olur.

**Cevap E**

### Çözüm 2

Compton saçılması olayında enerji korunur.

Çarpışmadan önce elektron üzerine gönderilen fotonun enerjisi, çarpışmadan sonra saçılan fotonun enerjisi ile saçılan elektronun kinetik enerjisinin toplamına eşittir.

Bu durumda gelen fotonun enerjisi, saçılan fotonun enerjisinden büyüktür.

Fotonun enerjisi dalga boyu ile ters orantılıdır.

Bundan dolayı saçılan fotonun dalga boyu, gelen fotonun dalga boyundan daha büyük olur.

**Cevap D**

### Çözüm 3

Foton elektrik yükü taşımaz.

Bundan dolayı elektrik ve manyetik alanlardan etkilenmez.

Foton, elektrik alan içinden geçirildiğinde sapmaya uğramaz.

Buna göre D şıkkındaki ifade foton için söylenemez.

**Cevap D**

### Çözüm 4

Einstein' ın fotoelektrik denklemine göre,

$E_f = E_0 + E_K \Rightarrow E_K = E_f - E_0$ ifadesi ile bir fotonun metalden kopardığı elektronun kinetik enerjisi hesaplanır.

Buna göre, kinetik enerjiyi artırmak için;

metalin $E_0$ eşik enerjisi azaltılmalıdır.

(I.Doğru)

gelen fotonun enerjisi artırılmalıdır.

$E_f = h.f$ ifadesine göre fotonun enerjisinin artırılması için frekansı artırılmalıdır.

(II.Doğru)

metal yüzeye düşürülen fotonların sayısının artması kinetik enerjiyi etkilemez.

(III.Yanlış)

**Cevap C**

Fi? Yayınları

### Çözüm 5

Einstein' a göre fotoelektrik olayda;

Bir foton metal bir yüzey üzerine düşürüldüğünde metal yüzeyi ile etkileşebiliyorsa foton soğurulur.

(I.Doğru)

Foton, metal yüzeyi ile etkileşebiliyor ise enerjisinin tamamını elektrona aktarmaz. Enerjinin korunumu ilkesine göre foton enerjisinin bir kısmını elektronun bağlı olduğu atoma eşik enerjisi için verilir. Bir kısmı ise elektrona kinetik enerji olarak aktarılır.

(II.Yanlış)

Bir foton metal yüzey ile etkileşmeye girerek en fazla bir elektron kopararak soğurulur.

(III.Doğru)

**Cevap C**

### Çözüm 6

Einstein' ın fotoelektrik denklemine göre enerjisi $E_f$ olan foton, eşik enerjisi $E_0$ olan metale düşürüldüğünde kopardığı fotoelektronun kinetik enerjisi,

$E_f - E_0$ ifadesi ile hesaplanır.

Kopan fotoelektronları durduracak gerilim elektronlar üzerinde kinetik enerji kadar iş yapar.

$e.V_{durdurma} = E_K$ olur.

Buna göre;

K metali için, $5 = 8 - E_K$ den $E_K = 3$ eV

L metali için, $4 = 8 - E_L$ den $E_L = 4$ eV

M metali için, $3 = 8 - E_M$ den $E_M = 5$ eV

bulunur.

Buradan da,

$E_M > E_L > E_K$ olur.

Cevap C

### Çözüm 7

B şıkkında ifade edildiği gibi Compton saçılması olayı,

ışığın tanecikli yapıda olduğunu,

ışığın tıpkı hareket eden bir kütlenin taşıdığı momentum gibi momentuma sahip olduğunu ispat etmiştir.

Bu olay ancak ışığın tanecikli bir yapıda olması ile açıklanır.

Cevap B

### Çözüm 8

Ultrason cihazları ile hareketli organ görüntüsü alınabilmektedir.

(I.Doğru)

Ultrason cihazı bir görüntüleme cihazı olduğu için hastalıkların teşhis edilmesinde ve tanı konulmasında kullanılır.

(II.Doğru)

Ultrason cihazında görüntüleme yüksek frekanslı ses dalgalarının, görüntüleme yapılacak bölgeye gönderilip yansıtılması sonucu, yansıyan ses dalgalarının elektrik sinyallerine dönüştürülmesi ile yapılır.

(III.Doğru)

Cevap E

### Çözüm 9

De Broglie kurduğu hipotezinde fotonların sadece dalga ya da sadece tanecik olarak düşünülemeyeceğini hem dalga hem de tanecik olarak düşünülmesini söylemektedir.

Bu durum sadece foton için değil elektron için de düşünülmelidir.

De Broglie' ye göre hareket eden elektrona bir dalga eşlik etmelidir.

(I.Doğru)

$P = \frac{h}{\lambda}$ ifadesine göre, elektrona eşlik eden dalga boyu ile elektronun momentumu ters orantılı değişir.

(II.Doğru)

Hareket eden elektronun hızı ışık hızından küçüktür.

De Broglie elektronun ışık hızı ile hareket ettiğini söylemez.

Cevap D

### Çözüm 10

Isıtılan siyah cisimler etrafa ışıma yaparlar. Bununla ilgili olarak yapılan deneyler sonucunda;

Cisimden her sıcaklık değerinde, her dalga boyunda ışıma gözlenmiştir.

(I.Doğru)

Deney sonucunda cisimden yayılan ışığın şiddeti belirli bir dalga boyuna ulaşınca en fazla olduğu görüldü.

(II.Doğru)

Cismin sıcaklığı artırılmaya devam edildikçe ışımanın en şiddetli olduğu dalga boyunun gittikçe azaldığı görüldü.

(III.Yanlış)

Cevap B

Ürl Yayınları

## Ünite Tarama - 2 (Test - 9)

### Çözüm 1

Kırışmayan kıyafetler, kir tutmayan halı ve kumaşlar nanoteknolojinin tekstil alanındaki uygulamalarına örnek olarak verilebilir.

(I. ve II.Doğru)

Cevap D

### Çözüm 2

Elektrik akımına karşı sıfır direnç gösteren malzemeler süper iletken malzemelerdir.

Cevap E

### Çözüm 3

Işıklı panolar, uzaktan kumandalar LED teknolojisinin kullanıldığı alanlara örnek olarak verilebilir.

(I. ve II. Doğru)

Cep telefonu, televizyon ve bilgisayar ekranlarında LED teknolojisi kullanılmaktadır.

(III.Doğru)

Cevap E

### Çözüm 4

MAGLEV trenlerinde, trenin iki ucunda bulunan süper iletken mıknatıslar manyetik alan içinde itilerek tren havaya kaldırılır ve hareketi sırasında sürtünme azaltılır.

Raylardan geçirilen elektrik akımının manyetik alan etkisiyle de tren hızlandırılır ya da yavaşlatılır.

(I. II. III.Doğru)

Cevap A

### Çözüm 5

LASER ışığını oluşturan fotonlar aynı frekanslıdır.

(I.Doğru)

LASER ışığını oluşturan fotonların hepsi aynı fazdadır.

(II.Doğru)

LASER ışığı tek renkli bir ışıktır.

(III.Doğru)

Cevap E

### Çözüm 6

Grafen ve fulleren karbondan elde edilen nano malzemelere örnek olarak gösterilebilir.

Silisyum ise başka bir elementtir.

Cevap C

Fi? Yayınları

# ÇÖZÜMLERİ

## Çözüm 7

Röntgen, MR ve PET cihazlarında görüntülemede kullanılan elektromanyetik dalgalar sırası ile X- Işını, radyo dalgası ve gama ışınıdır.

Bu elektromanyetik dalgalardan dalga boyu en büyük olan radyo dalgası, en küçük olanı ise gama ışınıdır.

Buna göre bu cihazlarla eşleştirilmiş K, L, M dalgalarının dalga boyları arasında,

$\lambda_L > \lambda_K > \lambda_M$ ilişkisi vardır.

Cevap D

## Çözüm 8

Sonar cihazlarında görüntüleme ses dalgaları ile yapılır.

Ses dalgaları ise bir elektromanyetik dalga değildir.

Cevap E

## Çözüm 9

LCD ekran teknolojisinde ekranlarda sıvı kristaller kullanılmaktadır

(I.Doğru)

LCD ekranlarda görüntüleme, plastik bir tabaka içinde bulunan sıvı kristallerin ışığı yansıtması ile gerçekleşir.

(II.Doğru)

Sıvı kristalleri elektrik alan yokken gelişi güzel dağınık bir şekilde bulunurlar.

Elektrik alan içinde ise birbirine paralel bir şekilde düzgün olarak dizilirler.

Bu düzgün diziliş net görüntünün oluşumunu sağlamaktadır.

(III.Doğru)

Cevap C

## Çözüm 10

Güneş pilleri, binaların iç ve dış aydınlatma sistemlerinde kullanılır.

(I.Doğru)

Güneş pilleri güneş enerjisini doğrudan elektrik enerjisine dönüştürürler.

(II.Doğru)

Güneş pillerinde elde edilen elektrik akımı doğru akımdır.

Alternatif akım oluşturulmaz.

(III.Yanlış)

Cevap C

Fi̇f Yayınları

## Çözüm 11

PET görüntüleme cihazlarında görüntüleme yapılmadan önce hastaya, içinde etrafa pozitron yayan radyoaktif bir maddenin olduğu çözelti verilir.

Cevap B

## Çözüm 12

Sonar görüntüleme cihazı;

Denizcilikte balık sürülerinin saptanması ve su derinliğinin ölçülmesinde kullanılır.

(I.Doğru)

Tıp alanında anne karnındaki bebeğin görüntülenmesinde ultrason kullanılır.

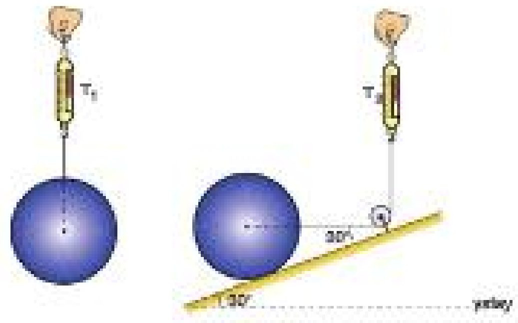
(II.Yanlış)

Askeri amaçlı olarak erken hava saldırı uyarısında radar kullanılır.

(III.Yanlış)

Cevap A

**1.** Ağırlığı 50 N olan türdeş demir bir küreyi, Fatih Şekil - I deki gibi iple dengede tutarken dinamometrede okuduğu değer $T_1$, eğik düzlem üzerinde Şekil - II deki gibi dengede tutarken okuduğu değer $T_2$ oluyor.

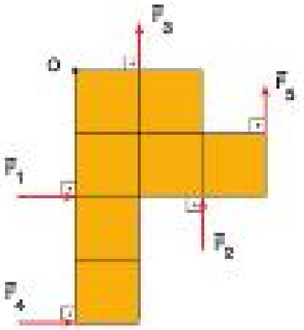



Şekil - I Şekil - II

**Buna göre; $\frac{T_1}{T_2}$ oranı kaçtır?**
(Sürtünmeler önemsizdir. sin30° = 1/2; cos30° = $\sqrt{3}/2$)

A) $\frac{1}{2}$ B) $\frac{1}{\sqrt{3}}$ C) 1 D) $\sqrt{3}$ E) 2

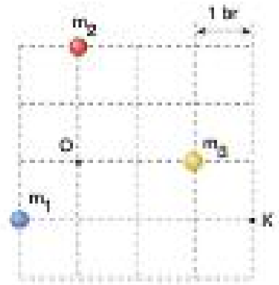
**2.** Eşit bölmeli türdeş levha O noktasından geçen dik eksen etrafında dönebilmektedir. Levhaya uygulanan $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$, $\vec{F}_3$, $\vec{F}_4$, $\vec{F}_5$ kuvvetleri levhayı ayrı ayrı dengede tutabilmektedir.




**Buna göre, bu kuvvetlerden şiddeti en büyük olan hangisidir?**

A) $\vec{F}_1$ B) $\vec{F}_2$ C) $\vec{F}_3$ D) $\vec{F}_4$ E) $\vec{F}_5$

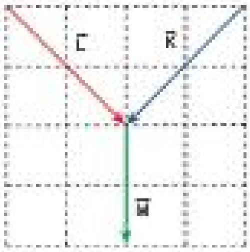
**3.** Şekildeki $m_1$, $m_2$, $m_3$ kütleli cisimlerin kütle merkezi O noktasıdır.




**Buna göre, $m_1$ kütleli cisim K noktasına taşınırsa kütle merkezi kaç birim yer değiştirir?**

A) 0,5 B) 1 C) 1,5 D) 2 E) 2,5

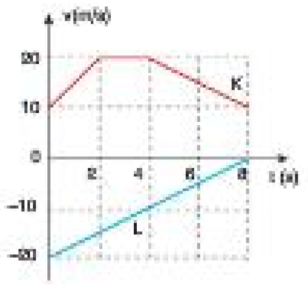
**4.** Aynı düzlemdeki $\vec{K}$, $\vec{L}$, $\vec{M}$ vektörleri şekildeki gibidir.




**Buna göre, $\vec{K} + \vec{L} - \vec{M}$ vektörü aşağıda verilen hangi vektöre eşittir?**
(Bölmeler eşit aralıklıdır.)

A) 0 B) $\frac{\vec{M}}{2}$ C) $\vec{M}$ D) $2\vec{M}$ E) $4\vec{M}$

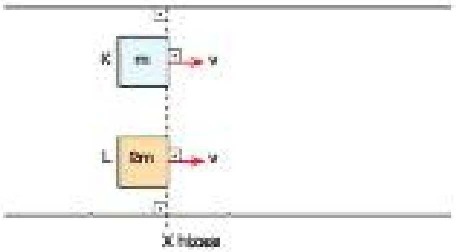
5. Doğru boyunca hareket eden ve başlangıçta yan yana olan K ve L araçlarının hız-zaman grafikleri şekildeki gibidir.




**Buna göre, L aracı durduğu anda K nin L ye göre konumu nedir?**

A) 130 m ileride
B) 130 m geride
C) 80 m ileride
D) 80 m geride
E) 210 m ileride

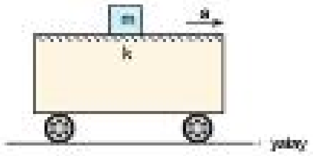
6. m, 2m kütleli K, L cisimleri yatay yolda X hizasından v hızlarıyla şekildeki gibi atılıyor. Yol ve cisimler arasındaki sürtünme katsayısı iki cisim için de aynıdır.




**K cismi t süre sonra durduğuna göre, L cismi kaç t süre sonra durur?**

A) $\frac{1}{4}$ B) $\frac{1}{2}$ C) 1 D) 2 E) 4

7. Şekildeki araç, yatay yolda hareket ederken, m kütleli cismin hareketsiz kalması için aracın ivmesinin alabileceği en büyük değer a dır.




**Buna göre, a;**

I. m, cismin kütlesi

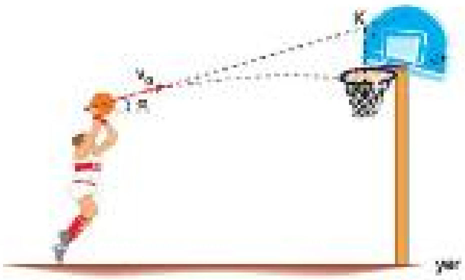
II. k, cisimle araba arasındaki statik sürtünme katsayısı

III. g, yer çekimi ivmesi

**niceliklerinden hangilerine bağlıdır?**

A) Yalnız I
B) Yalnız II
C) Yalnız III
D) II ve III
E) I, II ve III

8. Basketbol oynayan bir oyuncunun basket potasının üzerindeki K noktasına doğru $v_0$ hızıyla attığı top, K noktasından 20 cm aşağıdaki potaya düşüyor.

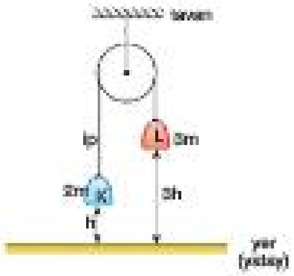



**Buna göre, top atıldıktan potaya girinceye kadar kaç saniye geçmiştir?**
($g = 10\ m/s^2$)

A) 0,05 B) 0,0025 C) 0,2 D) 1 E) 1,5

| Test - 1 | 1-D | 2-C | 3-D | 4-C | 5-E | 6-C | 7-D | 8-C |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

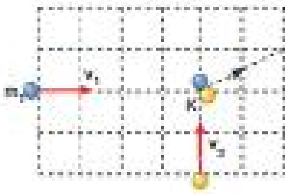
**1.** Sürtünmenin önemsenmediği şekildeki düzenekte K, L cisimlerinin kütleleri sırasıyla 2m ve 3m dir.




**Buna göre, cisimler serbest bırakıldığında, L cismi yere çarptığı anda K'nin kinetik enerjisi kaç mgh olur?**
(Makaranın kütlesi önemsizdir.)

A) $\frac{2}{5}$  B) $\frac{3}{5}$  C) $\frac{6}{5}$  D) $\frac{9}{5}$  E) 3

**2.** $m_1$ ve $m_2$ kütleli cisimler şekildeki gibi hareket ederek K noktasında esnek olmayan çarpışma yapıp yapışarak ortak hızla hareket ediyorlar.



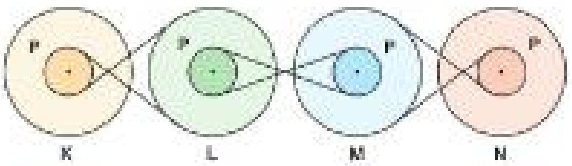

**Buna göre;**

I. $v_1 > v_2$
II. $m_1 = m_2$
III. $m_2 > m_1$

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I  B) Yalnız II  C) Yalnız III
D) I ve III  E) I ve II

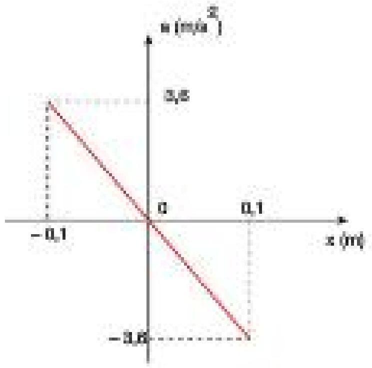
**3.** Yarıçapları 2r olan K, L, M ve N kasnakları ile r yarıçaplı P kasnakları merkezleri çakışacak biçimde perçinlenerek kayışlarla şekildeki gibi bağlanmıştır.




**K kasnağı sabit hızla döndürüldüğünde K, L, M ve N kasnaklarından aşağıda verilen hangi ikisinin dönme sayısı birbirine eşit olur?**

A) K ile M  B) L ile M  C) M ile N
D) K ile L  E) L ile N

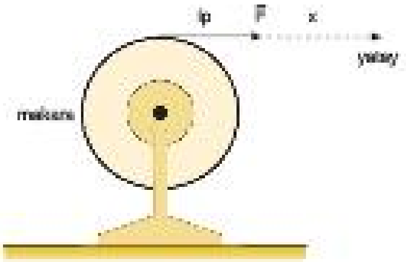
**4.** Genliği 0,1 m olan bir yay sarkacında, yayın ucuna bağlı m kütleli cisme basit harmonik hareket yaptırıldığında cismin *ivme-uzanım* grafiği şekildeki gibi olmaktadır.




**Buna göre, cismin denge konumundan geçerken hızının büyüklüğü kaç m/s olur?**

A) 0,5  B) 0,6  C) 0,8  D) 1  E) 1,5

**5.** Durmakta olan m kütleli, r yarıçaplı bir makaranın etrafına sarılı ipin ucu, şekildeki gibi yatay olarak sabit $\vec{F}$ kuvveti ile x kadar çekiliyor.




**Buna göre, ip $\vec{F}$ kuvveti ile çekildiği sürece, makara için aşağıda söylenenlerden hangisi <u>yanlıştır</u>?**
(Makaranın etrafına sarılı olan ipin kütlesi önemsizdir.)

A) Makaranın açısal momentumunun büyüklüğü değişmez.

B) Makarayı döndüren torkun büyüklüğü sabittir.

C) Makaranın açısal hızı sürekli artar.

D) Makaranın dönme kinetik enerjisi sürekli artar.

E) Makaranın eylemsizlik momenti değişmez.

**6.** Bir cismin, küresel X gezegeninin yüzeyindeki ağırlığı, küresel Y gezegeninin yüzeyindeki ağırlığından daha büyüktür.

**Buna göre;**

I. X gezegeninin yüzeyindeki çekim ivmesinin büyüklüğü, Y gezegeninin yüzeyindekinden daha büyüktür.

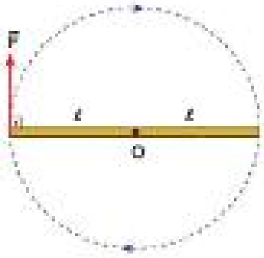
II. Cismin X gezegeninin yüzeyinden kurtulma enerjisi, Y gezegeninkinden daha büyüktür.

III. X gezegeninin yarıçapı, Y gezegenininkinden daha büyüktür.

**yargılarından hangileri <u>kesinlikle</u> doğrudur?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) II ve III D) I ve II E) I ve III

**7.** Sürtünmesiz yatay düzlemde O noktasından serbestçe dönebilecek biçimde mile geçirilmiş m kütleli türdeş çubuk şekildeki gibi sürekli teğet olarak etkiyen sabit $\vec{F}$ kuvvetinin etkisinde dönmektedir. Çubuğun O noktasına göre eylemsizlik momenti I, açısal ivmesinin büyüklüğü ise $\alpha$ olmaktadır.




**Buna göre, çubuğun kütlesi <u>azaltılıp</u> aynı $\vec{F}$ kuvveti ile döndürülürse I ve $\alpha$ için ne söylenebilir?**

| | I | $\alpha$ |
|---|---|---|
| A) | Azalır | Artar |
| B) | Azalır | Azalır |
| C) | Azalır | Değişmez |
| D) | Değişmez | Değişmez |
| E) | Artar | Artar |

**8.** Sürtünmesiz yatay düzlemde O noktası etrafında serbestçe dönebilen bir çubuğun iki ucuna takılmış 2m ve m kütleli X, Y cisimleri şekildeki gibi sabit $\vec{\omega}$ açısal hızı ile dönüyorlar.

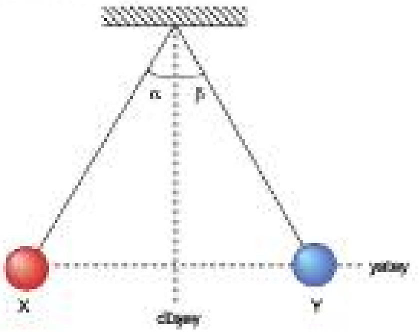
**Buna göre; cisimlerin merkezcil ivmelerinin büyüklükleri oranı, $\frac{a_X}{a_Y}$ kaçtır?**

A) $\frac{1}{4}$ B) $\frac{1}{2}$ C) 1 D) 2 E) 4

Fr Yayınları

Test - 2 1-C 2-E 3-B 4-B 5-A 6-D 7-A 8-B

**1.** İpek ipliklerle tavana asılarak şekildeki gibi dengelenen X, Y iletken küreleri elektrikle yüklüdür.




**Kürelerin kütleleri eşit olduğuna göre,**

I. α açısı β açısına eşittir.

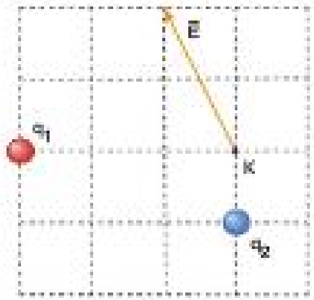
II. X in yük miktarı Y ninkine eşittir.

III. X ve Y nin birbirine uyguladıkları elektriksel kuvvetlerin büyüklükleri eşittir.

**yargılarından hangileri kesinlikle doğrudur?**

A) Yalnız I  B) Yalnız II  C) I ve II  D) I ve III  E) II ve III

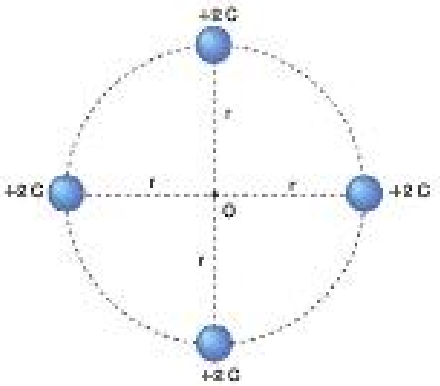
**2.** $q_1$ ve $q_2$ yüklerinin K noktasındaki bileşke elektrik alanı şekildeki gibi $\vec{E}$ dir.




**Buna göre; $q_1$ ve $q_2$ yüklerinin K noktasındaki elektrik potansiyellerinin oranı, $\frac{V_1}{V_2}$ kaçtır?**

A) $-\frac{2}{9}$  B) $-\frac{3}{2}$  C) $-\frac{9}{2}$  D) $-3$  E) $\frac{9}{2}$

**3.** + 2 C yüklü noktasal yükler, r yarıçaplı bir çemberin üzerine şekildeki gibi konulup sabitlendiklerinde yüklerden birinin O noktasındaki elektrik potansiyeli 10 V oluyor.

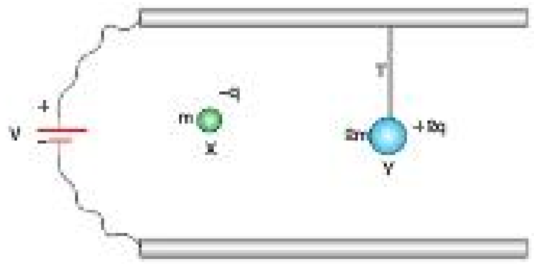



**Buna göre, sonsuzdaki + 5 C yükünü çemberin merkezi O noktasına getirebilmek için elektrik kuvvetlere karşı yapılması gereken en az iş kaç J dür?**

A) 50  B) 100  C) 200  D) 250  E) 400

Fi Yayınları

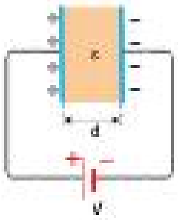
**4.** Düşey düzlemde üretece bağlı paralel plakalar arasına konulan kütlesi m, elektrik yükü – q olan X cismi havada asılı olarak dengede kalıyor.




**Buna göre; yükü +2q, kütlesi 2m olan Y cisminin bağlı olduğu ipteki gerilme kuvvetinin büyüklüğü kaç mg dir?**
(g: Yer çekim ivmesi)

A) 2  B) $\frac{7}{2}$  C) 4  D) 6  E) 8

**5.** Bir levha sığaç, şekildeki gibi bir üretece bağlanarak yükleniyor.




**Buna göre; sığaçta daha çok yük birikmesi için;**

I. V, üretecin gerilimini artırmak

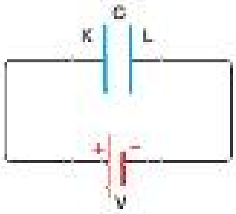
II. d, levhalar arası uzaklığı azaltmak

III. ε, dielektrik katsayısı daha küçük olan malzeme kullanmak

**işlemlerinden hangileri yapılabilir?**

A) Yalnız I  B) I ya da II  C) I ya da III  D) Yalnız II  E) II ya da III

**6.** Sığası C olan levha sığaç şekildeki gibi üretece bağlanarak yükleniyor.




**Buna göre, sığaç ile ilgili,**

I. Sığacın levhaları arasındaki potansiyel fark üretecin potansiyel farkına eşit olduğu anda yüklenme durur.

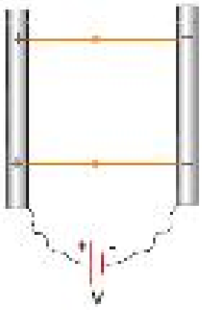
II. K levhasında + q kadar yük depolandıysa L levhasında − q kadar yük depolanmıştır.

III. Levhalar arasında elektrik potansiyel enerji depolanır.

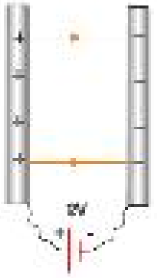
**yargılarından hangileri doğrudur?**

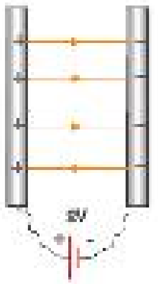
A) Yalnız I  B) Yalnız III  C) I ve II  D) II ve III  E) I, II ve III

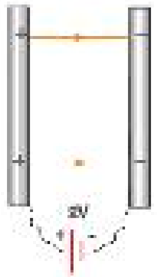
**7.** Özdeş iletken levhalar birbirine paralel olarak V potansiyel farklı üretece bağlanıp yüklendiğinde levhalar arasındaki elektrik alan çizgileri şekildeki gibi oluyor.



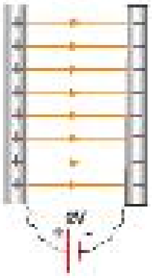

**Buna göre, levhalar 2V potansiyel farklı üretece bağlanırsa elektrik alan çizgileri aşağıdakilerden hangisi gibi olur?**

A)



B)


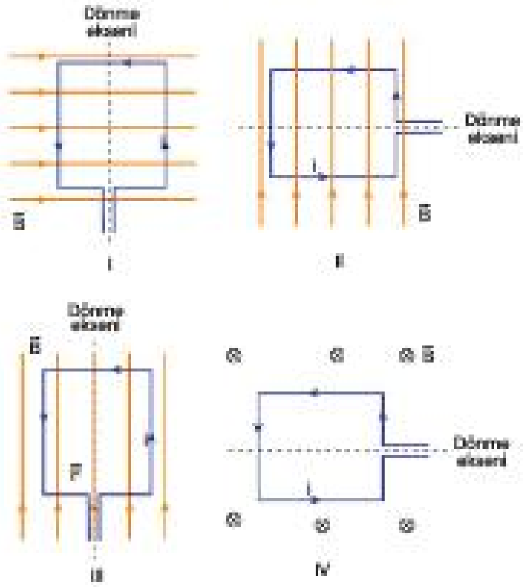

C)



D)

E)



Test - 3  1-D  2-B  3-C  4-C  5-B  6-E  7-B

1. Düzgün $\vec{B}$ manyetik alanı içerisine, üzerinden i akımı geçirilen tel çerçeveler I, II, III, IV şekillerindeki gibi konuluyor.




**Buna göre, hangi şekilde tel çerçeve gösterilen dönme ekseni etrafında döner?**

A) I ve II B) I ve III C) I ve IV

D) I, II ve III E) II, III ve IV

2. **Bir alternatif akım devresindeki direnç, kapasitif reaktans, indüktif reaktans niceliklerinden hangileri, kaynağın frekansının değişmesinden etkilenir?**

A) Yalnız direnç

B) Yalnız indüktif reaktans

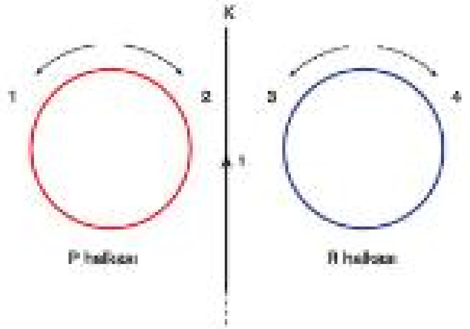
C) İndüktif reaktans ve kapasitif reaktans

D) İndüktif reaktans ve direnç

E) Direnç, kapasitif reaktans ve indüktif reaktans

Fıf Yayınları

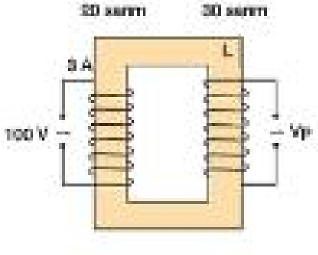
3. Sonsuz uzunluktaki iletken K telinden i akımı geçmektedir. Bu telin yanına şekildeki gibi iletken P ve R tel halkaları yerleştiriliyor.




**Buna göre, L telinden geçen akımın şiddeti zamanla artırılırsa, X ve Y halkalarından geçen indüksiyon akımlarının yönü ne olur?**

| | P halkası | R halkası |
|---|---|---|
| A) | 2 | 3 |
| B) | 2 | 4 |
| C) | 1 | 3 |
| D) | 1 | 4 |
| E) | 1 | 3 |

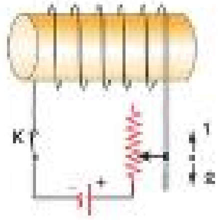
4. Verimi % 75 olan bir transformatörün giriş akımı 3 amper, giriş gerilimi ise 100 volt tur.




**Transformatörün giriş sarımı 20, çıkış sarımı 30 olduğuna göre, bu transformatörün çıkış akımı kaç amper dir?**

A) 4,5 B) 3 C) 2,5 D) 2 E) 1,5

**5.** Şekildeki devrede 2 yönünde öz indüksiyon akımı oluşması isteniyor.




**Buna göre,**

I. K anahtarını açmak

II. Reostanın sürgüsü 1 yönünde kaydırmak

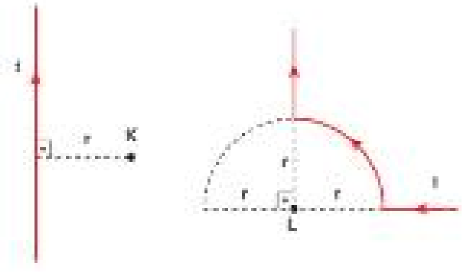
III. Reostanın sürgüsü 2 yönünde kaydırmak

**işlemlerinden hangileri yapılabilir?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ya da II E) I ya da III

**6.** Aynı düzlemde bulunan tellerden Şekil - I deki düz telden i, Şekil -II deki gibi bükülmüş telden ise 2i şiddetinde akımlar geçmektedir




Şekil - I Şekil - II

**K noktasında oluşan manyetik alanın şiddeti $B_K$, L noktasında oluşan ise $B_L$ olduğuna göre, $\frac{B_K}{B_L}$ oranı kaçtır?**

($\pi$ = 3 )

A) 1 B) $\frac{1}{2}$ C) $\frac{3}{2}$ D) 2 E) $\frac{4}{3}$

**7.** Bir alternatif akım devresinde lamba, bobin ve sığaç birlikte seri olarak bağlı iken lamba ışık vermektedir.

Devreden bobin ve sığaç birlikte çıkarıldığında lambanın parlaklığı değişmemektedir.

**Buna göre,**

I. Devre rezonans durumundadır.

II. Bobinin indüktif reaktansı, sığacın kapasitif reaktansına eşittir.

III. Devreden sadece bobin çıkarılsaydı lambanın parlaklığı artardı.

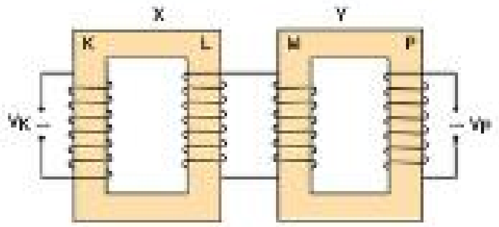
**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II

D) II ve III E) I, II ve III

Yayınları

**8.** Şekildeki gibi bağlanmış X, Y transformatörlerinin K, L, M, P bobinlerinin sarım sayıları sırasıyla $N_K$, $N_L$, $N_M$, $N_P$ dir. K bobinine $V_K$ alternatif gerilimi uygulandığında, P bobininden $V_P$ gerilimi elde ediliyor.




**$\frac{N_K}{N_L} = 2$ ve $\frac{N_M}{N_P} = 3$ olduğuna göre, $\frac{V_K}{V_P}$ oranı kaçtır?** (Sarım sayıları gerçek değerlerini göstermemektedir.)

A) $\frac{1}{4}$ B) $\frac{1}{2}$ C) 3 D) 6 E) 9

Test - 4 1-A 2-C 3-A 4-E 5-C 6-E 7-C 8-D

**1.** **Kuarklar ile ilgili,**

I. Birbirleri arasında gluon alış verişi yaparak güçlü nükleer kuvvetten etkilenirler.

II. Atom çekirdeği içerisinde ikili ve üçlü gruplar halinde bulunurlar.

III. Madde parçacıkları olup fermiyon ailesi içerisinde bulunurlar.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II D) II ve III E) I, II ve III

**2.** Uyarılmış hidrojen atomunda elektron Lyman serisine ait β geçişini yaparak temel hale geliyor.

**Elektronun temel haldeki açısal momentumunun büyüklüğü L olduğuna göre bu geçişte elektronun açısal momentumundaki değişim ne olur?**

A) L kadar azalır.
B) 2L kadar azalır.
C) 3L kadar azalır.
D) L kadar artar.
E) 2L kadar artar.

**3.** **Televizyon uzaktan kumandasında kullanılan elektromanyetik dalga ile ilgili,**

I. Dalga boyu, görünür bölgedeki elektromanyetik dalgalarınkinden büyüktür.

II. Frekansı, X - ışınlarınınkinden küçüktür.

III. Boyutları bir mikrobun boyutları ile karşılaştırıldığında mikrobun boyutlarından daha büyüktür.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

**4.** Hava ortamında yapılan tek yarıkta yapılan kırınım deneyinde yarık düzlemi ile ekran arası tamamen cam ile doldurularak deney tekrarlanıyor.

**Buna göre,**

I. Merkezi aydınlık saçakta kayma gözlenir.

II. Aydınlık saçakların genişliği azalır.

III. Merkezi aydınlık saçağın parlaklığı artar.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II D) I ve III E) I, II ve III

**5.** Radyoaktif bir atom çekirdeği kendiliğinden gama ışıması yaparak kararlı bir hale geliyor.

**Bu bozunma sonucunda çekirdeğin;**

I. Elektrik yükü,

II. Kütle numarası,

III. Atom numarası,

IV. $\frac{n}{p}$ oranı,

V. Enerjisi,

**niceliklerinden hangisi değişir?**

A) I B) II C) III D) IV E) V

**6.** Işık hızına yakın bir sabit hızla hareket eden bir uzay gemisindeki gözlemci, Dünya'da basit harmonik hareket yapan bir yay sarkacına bakıyor.

**Buna göre, gözlemci ile ilgili,**

I. Sarkacın genliğini, Dünya'daki gözlemciye göre daha kısa ölçer.

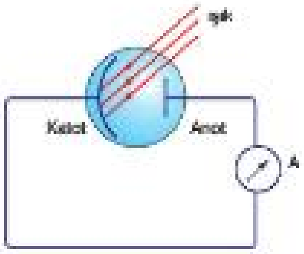
II. Sarkacın periyodunu, Dünya'daki gözlemciye göre daha uzun ölçer.

III. Basit harmonik hareket yapan cisim için Dünya'daki gözlemciye göre geçerli olan fizik yasalarını geçersiz olarak görür.

**yargılarından hangileri doğru olabilir?**

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

**7.** Eşik enerjisi $E_0$ olan metal bir levhanın üzerine, E enerjili ışık fotonları düşürüldüğünde metalden kopan elektronların kinetik enerjisi 0,8 eV olurken aynı levhaya 2E enerjili ışık fotonları düşürüldüğünde ise kopan elektronların kinetik enerjisi 4,8 eV oluyor.




**Buna göre, metal levhanın eşik enerjisi $E_0$ kaç eV tur?**

A) 1,6 B) 2 C) 2,4 D) 3,2 E) 4

**8.** **İyonlaştırıcı radyasyon ile ilgili,**

I. Yüksek enerjili radyasyondur.

II. İyonlaştırıcı etkisinden dolayı canlı dokulara zarar verir.

III. Atom çekirdeğinden yayılanıyorsa γ ışını şeklindedir.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) I ve II B) I ve III C) II ve III
D) I, II ve III E) Yalnız II

**9.** Teknolojinin gelişmesi ile yarı iletken maddelerden yapılmış bir çok malzeme geliştirilmiştir.

**Buna göre, aşağıdaki malzemelerden hangisinde yarı iletken madde <u>kullanılmamıştır</u>?**

A) LED B) Sığaç C) Diyot
D) Transistör E) Güneş pili

Fil Yayınları

**10.** **Röntgen cihazında kullanılan dalgalar ile ilgili,**

I. Enine dalgalardır.

II. Dokuların içinden geçebilir.

III. Kemiklerin görüntülenmesinde kullanılır.

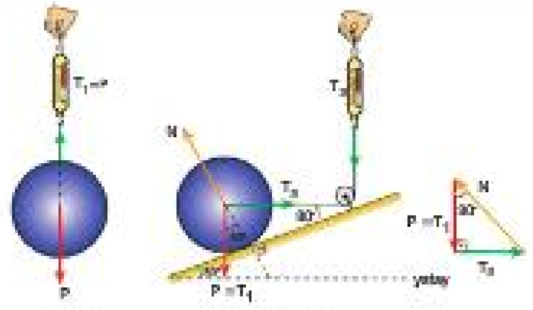
**yargılarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız II B) II ve III C) I ve III
D) I ve II E) I, II ve III

Test - 5 1-E 2-B 3-E 4-B 5-E 6-B 7-D 8-D 9-B 10-E

## Test - 1

### Çözüm 1



Şekil - I  Şekil - II

Fatih' in Şekil - I de dinamometrede okuduğu değer $T_1 = P$ kürenin ağırlığına eşittir.

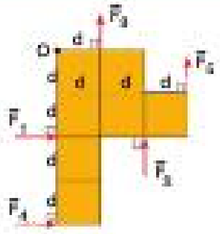
Eğik düzlem üzerinde dengede olan küreye etkiyen kuvvetler Şekil - II deki gibi olur. Fatih' in dinamometrede okuyacağı değer ipteki $T_2$ gerilme kuvvetine eşit olur.

Demir küre dengede olduğu için demir küreye etkiyen kuvvetler uç uca eklendiğinde toplam kuvvetin sıfır olduğu görülür. Oluşan dik üçgenden yararlanarak,

$\tan 30° = \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow T_2 = T_1 \cdot \tan 30° = T_1 \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} \Rightarrow \frac{T_1}{T_2} = \sqrt{3}$ bulunur.

Cevap D

### Çözüm 2



Levhayı ayrı ayrı denge tutan $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$, $\vec{F}_3$, $\vec{F}_4$, $\vec{F}_5$ kuvvetlerinin hepsinin O noktasına göre torkları eşittir.

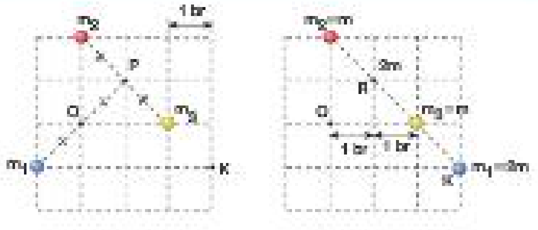
Buna göre, şiddeti en büyük olan kuvvetin O noktasına olan dik uzaklığı en küçük olmalıdır.

Şekilde görüldüğü gibi O noktasına dik uzaklığı en küçük olan kuvvet, d uzaklıktaki $\vec{F}_3$ kuvvetidir.

Cevap C

Fi Yayınları

### Çözüm 3



Şekil - I  Şekil - II

Şekil - I de kütle merkezinin O noktasında oluşabilmesi için $m_2$ ve $m_3$ ün ortak kütle merkezi P noktası olmalıdır.

Bu nokta $m_2$ ve $m_3$ ün arasındaki uzaklığın orta noktası olduğu için $m_2 = m_3$ olur.

$m_2 = m_3 = m$ denilirse P noktasında biriken toplam kütle 2m olur.

$m_1$ ve P noktasındaki 2m kütlesinin ortak kütle merkezi olan O noktası, aralarındaki uzaklığın orta noktası olduğu için,

$m_1 = 2m$ olur.

$m_1$ kütlesi K noktasına getirildiğinde Şekil - II deki gibi $m_2$ ve $m_3$ kütlelerinin kütle merkezi R noktası olur.

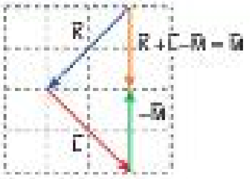
Bu noktada biriken toplam kütle 2m olur.

K noktasındaki 2m kütleli $m_1$ ile R noktasındaki 2m kütlesinin ortak kütle merkezi ise $m_3$ ün olduğu yerde oluşur.

Bu noktanın da O ya olan uzaklığı 2 birim olduğu için kütle merkezi 2 birim yer değiştirir.

Cevap D

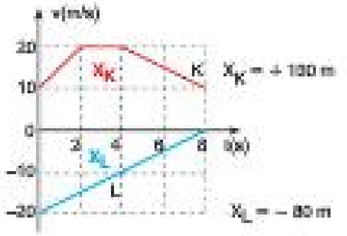
### Çözüm 4



$\vec{K}$, $\vec{L}$ ve $-\vec{M}$ vektörleri şekildeki gibi uç uca eklenerek toplandığında, $\vec{K} + \vec{L} - \vec{M}$ vektörünün $\vec{M}$ vektörüne eşit olduğu görülür.

Cevap C

## Çözüm 5




Başlangıçta yan yana olan K ve L araçlarının grafiğe göre zıt yönlerde hareket ettikleri anlaşılıyor. K + yönde L ise – yönde hareket etmektedir.

Araçların şekildeki hız - zaman grafiklerinin altındaki alanlar yaptıkları yer değiştirmeleri verir.

Buna göre;

(0 - 8)s aralığında K için,

$x_K = \frac{(10+20).2}{2} + 20.2 + \frac{(20+10).4}{2}$

$x_K$ = + yönde 130 m yer değiştirmiştir.

(0 - 8)s aralığında L için,

$x_L = \frac{20.8}{2}$ = – yönde 80 m yer değiştirmiştir.

Buna göre, L cismi durduğunda K cismi L cismine göre,

130 + 80 = 210 m ilerisinde olur.

Cevap E

## Çözüm 6

K ve L cisimlerinin yavaşlayıp durmasını sağlayan net kuvvet cisimlere etkiyen sürtünme kuvvetleridir.

Newton' un ikinci hareket yasasından K ve L cisimlerinin hareket ivmelerinin büyüklükleri bulunursa;

$F_{net} = F_s = k.mg = m.a_K$ den $a_K = k.g$

$F_{net} = F_s = k.2mg = 2m.a_L$ den $a_L = k.g$

$a_K = a_L = a$ bulunur.

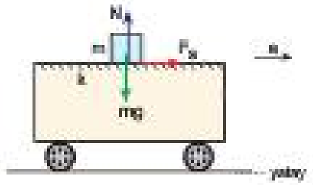
Buna göre, ilk hızları v olan K ve L cisimleri aynı ivme ile yavaşladıkları için aynı zamanda dururlar.

K cismi t sürede duruyor ise L de t sürede durur.

Cevap C

Fr Yayınları

## Çözüm 7




m kütleli cismin a ivmesi ile hareket eden araç üzerinde araca göre hareketsiz kalıp araç ile birlikte hareket etmesini sağlayan net kuvvet, şekildeki gibi etkiyen $F_s$ sürtünme kuvvetidir.

$F_s = k.N = k.mg = m.a$ eşitliğinden, $a = k.g$ olur.

Buna göre, a ivmesinin büyüklüğü,

m, cismin kütlesine bağlı değildir.

(I.Yanlış)

k, statik sürtünme katsayısına bağlıdır.

(II.Doğru)

g, yer çekimi ivmesine bağlıdır.

(III.Doğru)

Cevap D

## Çözüm 8

K noktası hedeflenerek atılan basket topu K noktasının 20 cm altındaki potaya düşey eksen üzerinde yer çekimi ivmesi ile serbest düşer.

Topun düşme süresi,

$h = \frac{1}{2}gt^2$ formülünden hesaplanırsa,

$0{,}2 = \frac{1}{2}10.t^2$

t = 0,2 s olur.

Bu süre topun atıldığı andan potaya gelene kadar geçen süredir.

Cevap C

## Test - 2

### Çözüm 1

K ve L cisimleri serbest bırakıldığında L cismi 3h aşağı inerek yere v büyüklüğündeki hızla çarparsa, K cismi ise yerden 3h daha yükselerek 4h yükseklikten v büyüklüğündeki hızla geçer.

Sürtünmeler önemsiz olduğu için mekanik enerji korunur.

$2mgh + 3mg3h = 2mg4h + \frac{1}{2}2mv^2 + \frac{1}{2}3mv^2$

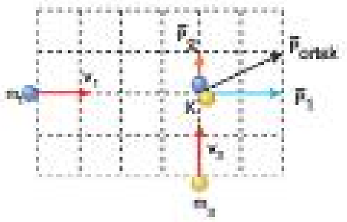
$\frac{1}{2}5mv^2 = 3mgh$ ise $\frac{1}{2}mv^2 = \frac{3}{5}mgh$ olur.

K cisminin kütlesi 2m olduğu için K nin kinetik enerjisi,

$E_K = \frac{1}{2}2mv^2 = \frac{6}{5}mgh$ bulunur.

Cevap C

### Çözüm 2



Ortak kütlenin hareket doğrultusu üzerinde ortak kütlenin momentum vektörü şekildeki gibi $\vec{P}_{ortak}$ kabul edilirse,

bu vektörün dik bileşenleri şekildeki gibi $\vec{P}_1$ ve $\vec{P}_2$ olur.

Momentumun korunumu ilkesine göre $\vec{P}_{ortak} = \vec{P}_1 + \vec{P}_2$ dir.

Burada $\vec{P}_1$, $m_1$ kütleli cismin momentumu olurken, $\vec{P}_2$ ise $m_2$ kütleli cismin momentumu olur.

Eşit bölmeli düzlemden de yararlanarak $P_1 = 2P_2$ olduğu görülür.

$m_1$ ve $m_2$ kütleli cisimler aynı anda K noktasına gelirken $m_1$ kütleli cisim dört bölme, $m_2$ kütleli cisim ise iki bölme yol alır.

Bu durumda cisimlerin hızlarının büyüklükleri arasında $v_1 = 2v_2$ ilişkisi olduğu anlaşılır.

(I.Doğru)

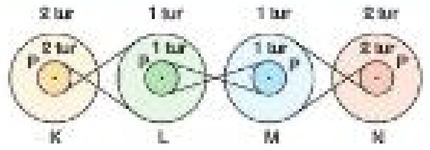
$P_1 = m_1.v_1$ ve $P_2 = m_2.v_2$ den $P_1 = 2P_2$ ve $v_1 = 2v_2$ için,

$m_1.v_1 = 2m_2.v_2$ den $m_1.2v_2 = 2m_2.v_2$ ise $m_1 = m_2$ olur.

(II.Doğru)

Cevap E

### Çözüm 3




Eş merkezli kasnaklarda dönme sayısı eşit olurken farklı merkezli kasnaklarda ise dönme sayısı yarıçaplar ile ters orantılı olur.

Buna göre K kasnağı sabit hızla 2 tur döndürüldüğü takdirde L, M, N, P nin tur sayıları şekildeki gibi olur.

Buna göre, L ile M kasnaklarının tur sayıları aynı olur.

Cevap B

### Çözüm 4

Yay sarkacında basit harmonik hareket yapan cismin genlik noktasında (r) sahip olduğu ivmenin büyüklüğü,

$a = \omega^2.r$ formülü ile hesaplanır.

Grafiğe göre, $r = 0,1$ m için $a = 3,6$ m/s$^2$ dir.

Buradan cismin açısal hızının büyüklüğü bulunursa,

$3,6 = \omega^2.0,1$

$\omega = 6$ rad/s olur.

Cisim denge noktasından geçerken en büyük hız değerine sahip olur.

Bu hızın büyüklüğü,

$v = \omega.r$ formülü ile hesaplanır.

Buna göre;

$v = 6.0,1 = 0,6$ m/s bulunur.

Cevap B

**Çözüm 5**

Döndürülen bir cismin üzerindeki tork ile açısal momentum arasında $\vec{\tau} = \frac{\Delta \vec{L}}{\Delta t}$ ilişkisi bulunur. Buna göre, ipi çeken F kuvveti makaranın merkezine göre, ipi çektiği sürece tork oluşturarak makaranın dönmesini sağlar. Bu durumda ip çekildiği sürece makaranın açısal momentumu sürekli değişir.

(A şıkkı yanlış)

F kuvvetinin makaranın merkezine olan dik uzaklığı makaranın yarıçapına (r) eşittir. Bu durumda ip çekildiği sürece kuvvetin makaranın merkezine göre torkunun büyüklüğü $\tau = F.r$ = sabit olur.

Makara başlangıçta durgun olduğu için ip çekildiği sürece makaranın açısal momentumu ve açısal hızı sürekli artar.

Makaranın eylemsizlik momenti, kuvvete bağlı değildir. Bundan dolayı makaranın eylemsizlik momenti ip çekildiği sürece değişmez.

Makaranın dönme kinetik enerjisi, $E_K = \frac{1}{2} I \omega^2$ ile hesaplanır. Buna göre, eylemsizlik momenti I değişmezken açısal hız $\omega$ sürekli artacağından dolayı dönme kinetik enerji artar.

Cevap A

**Çözüm 7**

F kuvveti çubuğun ucuna dik olarak uygulanarak O noktasına göre tork oluşturmaktadır.

Oluşan bu torkun büyüklüğü ($\tau$) ile açısal ivme ($\alpha$) ve eylemsizlik momenti (I) arasındaki ilişkiyi,

$\tau = F.\ell = I.\alpha$ eşitliği verir.

Çubuğun eylemsizlik momenti kütlesi ile doğru orantılı değişir. Bundan dolayı çubuğun kütlesi azalırsa, eylemsizlik momenti azalmış olur.

O noktasına göre kuvvetin torku değişmeyeceği için yukarıdaki eşitliğe göre,

$\tau = I.\alpha$ = sabit olur.

Bu durumda eylemsizlik momenti azalırsa açısal ivmenin büyüklüğü artar.

Cevap A

**Çözüm 6**

Cismin bulunduğu gezegendeki ağırlığı G, kütlesi m olmak üzere G = m.g ile hesaplanır. Burada g gezegenin yüzeyindeki çekim ivmesinin büyüklüğüdür.

$G_X > G_Y$ için $m.g_X > m.g_Y$ den $g_X > g_Y$ olur.

(I.Kesin doğru)

Cisimleri çekim alanı büyük olan bir gezegenin çekim alanından kurtarmak için gereken enerji de büyük olur. Buna göre, $g_X > g_Y$ için cismin X gezegeni yüzeyindeki kurtulma enerjisi Y dekinden daha büyüktür.

(II.Kesin doğru)

Gezegenin yüzeyindeki çekim ivmesi, $g = G.\frac{M}{R^2}$ ile bulunur.

$g_X > g_Y$ için $G.\frac{M_X}{R_X^2} > G.\frac{M_Y}{R_Y^2}$ olur.

Burada gezegenlerin kütleleri arasındaki ilişki bilinmediği için yarıçapları karşılaştırılamaz.

(III.Kesin değil)

Cevap D

**Çözüm 8**

Çubuk $\omega$ büyüklüğündeki sabit açısal hızla döndürüldüğünde X ve Y cisimleri de $\omega$ sabit açısal hız ile dönerler.

Düzgün çembersel harekette merkezcil ivmenin büyüklüğü,

$a = \omega^2.r$ formülü ile hesaplanır.

Buna göre;

X in merkezcil ivmesinin büyüklüğü,

$a_X = \omega^2.r$ olur.

Y nin merkezcil ivmesinin büyüklüğü,

$a_Y = \omega^2.2r$ olur.

Buna göre,

$$\frac{a_X}{a_Y} = \frac{\omega^2.r}{\omega^2.2r}$$

$\frac{a_X}{a_Y} = \frac{1}{2}$ bulunur.

Cevap B

Fi Yayınları

## Test - 3

### Çözüm 1

Kürelerin kütleleri eşit olduğundan ağırlıkları da birbirine eşit olur.

Küreler birbirine eşit büyüklükte elektriksel kuvvet uygulayacakları için iplerin düşeyle yaptıkları açılar $\alpha$ ve $\beta$ birbirine eşit olur.

(I. ve III. Kesin doğru)

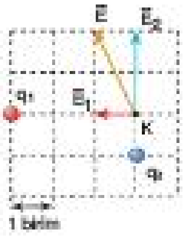
X ve Y nin birbirine uyguladığı elektriksel kuvvetin büyüklüğü, X ve Y nin yük miktarlarının çarpımı ile doğru orantılıdır.

Bu durumda X ve Y nin yük miktarları arasında kesin bir ilişki kurulamaz.

(II.Kesin değil)

Cevap D

### Çözüm 2




K noktasında oluşan bileşke elektrik alan $\vec{E}$ dik bileşenlerine ayrıldığında $q_1$ ve $q_2$ yüklerinin K noktasında oluşturduğu elektrik alanlar $\vec{E}_1$ ve $\vec{E}_2$ şekildeki gibi olur.

Şekilde görüldüğü gibi $q_1$ in elektrik alan vektörünün yönü yüke doğru olduğu için $q_1$, − elektrik ile yüklü, $q_2$ nin elektrik alan yönü yükten dışarı doğru olduğu için $q_2$, + elektrik ile yüklüdür.

$E = k.\frac{q}{d^2}$ formülünden;

$E_1 = 1 = k.\frac{q_1}{3^2} = k.\frac{q_1}{9} \Rightarrow q_1 = \frac{9}{k}$

$E_2 = 2 = k.\frac{q_2}{1^2} \Rightarrow q_2 = \frac{2}{k}$ olur.

Buradan, $q_2 = +2q$ denirse, $q_1 = -9q$ olur.

$V = k.\frac{q}{d}$ formülünden, $q_1$ ve $q_2$ nin K noktasındaki potansiyelleri hesaplanır.

$V_1 = -k.\frac{9q}{3} = -3kq$ ; $V_2 = k.\frac{2q}{1} = 2kq$ olur.

$\frac{V_1}{V_2} = -\frac{3kq}{2kq} = -\frac{3}{2}$ bulunur.

Cevap B

### Çözüm 3

+ 2 C yüklü noktasal yüklerden herhangi birinin O noktasındaki elektrik potansiyeli 10 V ise bu noktadaki toplam potansiyel 40 V olur.

+ 2 C yüklü noktasal yüklerinin sonsuz uzaklıktaki toplam elektrik potansiyelleri 0 dır.Bundan dolayı sonsuz ile O noktası arasındaki potansiyel fark,

$\Delta V = 40 - 0 = 40$ V olur.

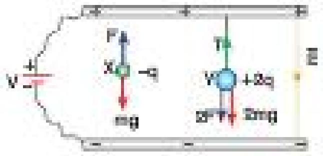
+ 5 C yükünü sonsuzdan O noktasına getirebilmek için elektriksel kuvvete karşı yapılması gereken en az iş,

$W = q.\Delta V$ ifadesinden,

$W = 5.40 = 200$ J bulunur.

Cevap C

### Çözüm 4




Yüklü paralel levhalar arasındaki $\vec{E}$ düzgün elektrik alanı şekildeki gibi oluşur.

Bu alan içinde bulunan − q yüklü X cismine alana zıt yönde,

$F = q.E$ elektrik kuvveti,

+ 2q yüklü Y cismine ise alan yönünde,

$2F = 2q.E$ elektrik kuvveti şekildeki gibi etkir.

X cismi için denge şartı yazılırsa,

$F = mg$ olur.

Y cismi için denge şartı yazılırsa,

$T = 2F + 2mg$ olur.

Buradan,

$T = 2mg + 2mg = 4mg$ bulunur.

Cevap C

Fi̇rf Yayınları

## Çözüm 5

Şekildeki sığacın sığası,

$C = \varepsilon.\dfrac{A}{d}$ formülü ile hesaplanır.

Sığacın V potansiyel fark altında depoladığı yük miktarı ise,

$q = C.V$ formülü ile hesaplanır.

Bu durumda,

$q = \varepsilon.\dfrac{A}{d}.V$ olur.

Buna göre; üretecin V gerilimi artarsa, sığacın depoladığı yük miktarı artar.

(I.Doğru)

Levhalar arasındaki d mesafesi azalırsa, sığacın depoladığı yük miktarı artar.

(II.Doğru)

Levhalar arasında ε dielektrik katsayısı daha küçük malzeme kullanılırsa, sığacın depoladığı yük miktarı azalır.

(III.Yanlış)

Cevap B

## Çözüm 6

Şekildeki boş sığaç V potansiyel farklı üretece bağlandığında sığaç yüklenmeye başlar.

Levhalar arasında oluşabilecek en büyük potansiyel fark üretecin potansiyel farkına eşit olduğunda bu potansiyel fark sabit kalır ve yüklenme tamamlanır.

(I.Doğru)

Üretecin + kutbu K levhasına, − kutbu ise L levhasına bağlı olduğu için K levhası + q yüklenirken L levhası ise − q kadar yüklenir.

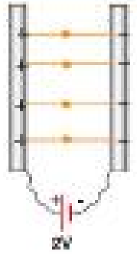
(II.Doğru)

Yüklü sığaç aynca yüklü paralel levha sistemi olarak düşünülebilir. Sığacın levhaları arasında düzgün elektrik alan oluşurken bu + ve − yüklü levhalar arasında elektrik potansiyel enerji depolanmış olur.

(III.Doğru)

Cevap E

## Çözüm 7




Yüklü paralel levhalar arasındaki düzgün elektrik alanın şiddeti,

$E = \dfrac{V}{d}$ formülü ile hesaplanır.

Bu elektrik alanın çizgi sayısı ise levhalarda depolanan yük miktarı ile doğru orantılıdır.

Buna göre;

levhalar V potansiyel farklı üretece bağlandığında şekildeki gibi iki tane çizgi oluşuyorsa,

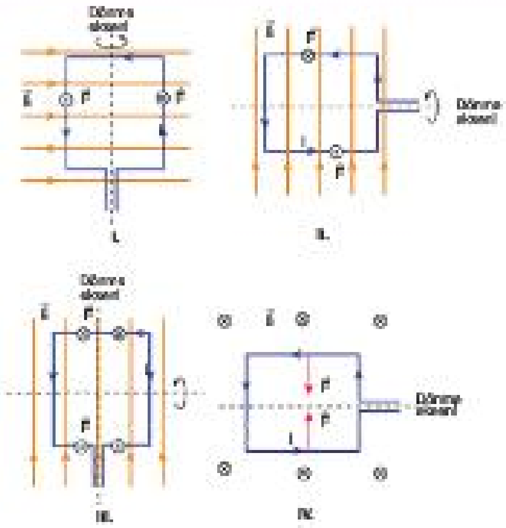
potansiyel fark 2V yapılınca levhalardaki yük miktarı, elektrik alan çizgi sayısı ve elektrik alanın şiddeti yukarıdaki şekilde olduğu gibi 2 katına çıkar.

Cevap B

Fırt Yayınları

# Test - 4

## Çözüm 1




Sağ el kuralına göre tel çerçevenin kenarlarına etkiyen manyetik kuvvetler ($\vec{F}$) şekillerdeki gibi olur.

Bu kuvvetlerin tel çerçevede oluşturdukları torklara göre;

I. ve II. şekillerde çerçeveler gösterilen dönme ekseni etrafında dönmeye başlar.

III. şekilde tel çerçeve gösterilen dönme ekseni etrafında değil yatay eksen etrafında dönmeye başlar.

IV. şekilde ise manyetik kuvvetler tork oluşturmadığı için tel çerçeve dönmez.

Cevap A

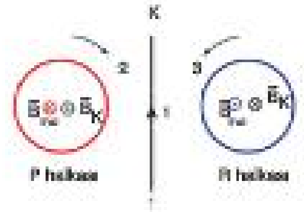
## Çözüm 2

Alternatif akım devrelerinde kaynak frekansının değişmesi kapasitif reaktansı ve indüktif reaktansı değiştirir.

Direnci etkilemez.

Cevap C

## Çözüm 3




Sağ el kuralına göre, K telinden geçen akımın P ve R halkalarının merkezlerinde oluşturduğu $\vec{B}_K$ manyetik alanlarının yönleri şekildeki gibi olur.

K den geçen akımın şiddeti artırıldığında P de sayfa düzlemine dik dışarı yönde, R de sayfa düzlemine dik içeri yönde oluşan $\vec{B}_K$ manyetik alanın şiddeti artar.

Bu durumda halkalarda manyetik akılarda artış olacağından dolayı indüksiyon emk si ve buna bağlı olarak indüksiyon akımları oluşur.

Lenz yasası gereği, P halkasının içinde sayfa düzlemine dik dışarı yönde manyetik akı artarken bunu azaltmak için indüksiyon akımından dolayı oluşacak manyetik alan $\vec{B}_{ind}$ şekildeki gibi sayfa düzlemine dik içeri doğru olur.

Buradan da P halkasında oluşan indüksiyon akımının yönü sağ el kuralından 2 yönünde bulunur.

R halkasında ise Lenz yasası gereği, sayfa düzlemine dik içeri yönde manyetik akı artarken bunu azaltmak için indüksiyon akımından dolayı oluşacak manyetik alan $\vec{B}_{ind}$ şekildeki gibi sayfa düzlemine dik dışarı doğru olur.

Buradan da R halkasında oluşan indüksiyon akımının yönü sağ el kuralından 3 yönünde bulunur.

Cevap A

## Çözüm 4

Transformatörün giriş (primer) ve çıkış (sekonder) gerilimleri ile sarım sayıları arasında, $\frac{V_P}{V_s} = \frac{N_P}{N_s}$ doğru orantısı geçerlidir.

Buna göre;

$\frac{100}{V_s} = \frac{20}{30}$ dan çıkış gerilimi $V_s = 150$ V bulunur.

Verim $= \frac{I_s.V_s}{I_P.V_P}$ ifadesinden $\frac{75}{100} = \frac{I_s.150}{3.100}$ ise çıkış akımı,

$I_s = 1{,}5$ A bulunur.

Cevap E

**Çözüm 5**

Öz indüksiyon akımı devre akımı değiştiği sürece oluşan bir akımdır. Bu akımın yönü, devre akımının arttığı durumlarda devre akımına zıt yönde, devre akımı azaldığı durumlarda ise devre akımı ile aynı yönde oluşur.

Şekildeki devrede istenen 2 yönündeki öz indüksiyon akımı devre akımına zıt yönlüdür. Bunun olması için devre akımında artma meydana getirilmelidir. Buna göre;

K anahtarı açılırsa devre akımı azalmaya başlar. Bu durumda öz indüksiyon akımı 1 yönünde oluşur.

(I. Yanlış)

Reostanın sürgüsü 1 yönünde çekilirse devrenin direnci artar. Bu durumda Ohm yasası gereği devre akımı azalır. Bundan dolayı oluşacak öz indüksiyon akımı 1 yönünde oluşur.

(II.Yanlış)

Reostanın sürgüsü 2 yönünde çekilirse devrenin direnci azalır. Bu durumda Ohm yasası gereği devre akımı artar. Bundan dolayı oluşacak öz indüksiyon akımı 2 yönünde oluşur.

(III.Doğru)

Cevap C

**Çözüm 6**

K noktası için,

$B_K = K.\frac{2i}{d}$

L noktası için,

$B_L = \frac{1}{4}.K.\frac{2\pi i}{d} = K.\frac{3i}{2d}$

Buradan,

$\frac{B_K}{B_L} = \frac{4}{3}$ bulunur.

Cevap E

**Çözüm 7**

Lamba, bobin ve sığaç birlikte bağlı iken oluşan alternatif akım devresinden bobin ile sığaç birlikte çıkarıldığında lambanın parlaklığı değişmiyor ise devrenin rezonans durumunda olması gerekmektedir.

(I.Doğru)

Bu durumda bobinin indüktif reaktansı ile sığacın kapasitif reaktansı birbirine eşittir. Devrenin empedansı (eş değer direnç) en küçük değerinde ve lambanın değerine eşit olur.

(II.Doğru)

Devreden sadece bobin çıkarılsaydı, devrenin empedansı (eş değer direnç) artardı. Bu durumda lambadan geçen akım azalacağından dolayı lambanın parlaklığı azalırdı.

(III.Yanlış)

Cevap C

**Çözüm 8**

$\frac{V_K}{V_P} = \frac{N_K}{N_L} \cdot \frac{N_M}{N_P}$ ifadesinden,

$\frac{V_K}{V_P} = 2 . 3$

$\frac{V_K}{V_P} = 6$ olarak bulunur.

Cevap D

Pri' Yayınları

# Test - 5

## Çözüm 1

Kuarklar, aralarında gluon alış verişi yaparak güçlü nükleer kuvvet aracılığı ile etkileşirler.

(I.Doğru)

Kuarklar daima atom çekirdeği içerisinde baryonların ve mezonların içinde üçlü ve ikili gruplar halinde bulunurlar.

Serbest halde bulunmazlar.

Bu duruma ayrıca kuark hapside denilir.

(II.Doğru)

Kuarklar bir madde parçacığıdır.

Leptonlar ile beraber fermiyon madde parçacıkları ailesini oluştururlar.

(III.Doğru)

Cevap E

## Çözüm 2

Bohr atom modeline göre n. yörüngedeki elektronun açısal momentumunun büyüklüğü,

$L_n = n.\frac{h}{2\pi}$ formülü ile hesaplanır.

Elektron temel halde iken,

$n = 1$ için $L = 1.\frac{h}{2\pi}$ dir.

Uyarılmış hidrojen atomunun elektronu Lyman $\beta$ geçişini yaparak temel hale geçiyorsa, n = 3 ten n = 1 e geliyordur.

Buna göre;

$n = 3$ için $3.\frac{h}{2\pi} = 3L$

$n = 1$ için $1.\frac{h}{2\pi} = L$

Bu geçişte oluşan açısal momentum değişimi,

$\Delta L = \frac{h}{2\pi} - 3.\frac{h}{2\pi} = -2.\frac{h}{2\pi} = -2L$ olur.

Bu durumda elektronun açısal momentumu 2L azalır.

Cevap B

## Çözüm 3

Televizyon kumandalarının yaydığı elektromanyetik dalga spektrumda radyo dalgalarına karşılık gelir.

Radyo dalgaları spektrumdaki en büyük dalga boyuna sahip olan elektromanyetik dalgadır. Bundan dolayı dalga boyu görünür bölge dalgalarının hepsinden de büyüktür.

(I.Doğru)

Radyo dalgaları spektrumdaki en küçük frekansa sahip olan dalgalar olduğu için frekansları X - ışınlarınınkinden küçüktür.

(II.Doğru)

Mikropların boyutları elektromanyetik dalga spektrumundaki dalgalar ile karşılaştırıldığında morötesi dalgalara karşılık gelir. Radyo dalgalarının dalga boyu morötesi dalgalarınkinden daha büyük olduğu için mikrobun boyutlarından da daha büyüktür.

(III.Doğru)

Cevap E

## Çözüm 4

Tek yarıkta kırınım deneyinde yarık düzlemi ile ekran arasındaki ortamın ışığı kırma indisi saçak genişliğini ters orantılı değiştirir.

Buna göre, yarık düzlemi ile ekran arasındaki ortam tamamen cam ile doldurulduğunda indis artırıldığı için saçak genişliği azalır. Bu durumda aydınlık saçak genişliği de azalmış olur.

(II.Doğru)

Ortamın cam ile doldurulması merkezi aydınlık saçağın yerini değiştirmez. Saçaklarda kayma olmaz.

(I.Yanlış)

Ortamın cam ile doldurulması tek yarıktan geçen ışık akısını ve ışık şiddetini artırmaz. Bundan dolayı merkezi aydınlık saçağın parlaklığı artmaz.

(III.Yanlış)

Cevap B

Fırat Yayınları

## Çözüm 5

Gama ışıması yapan radyoaktif bir çekirdeğin çekirdek yapısında,

Proton sayısı değişmediği için elektrik yükü değişmez.

Proton ve nötron sayısı değişmediği için kütle numarası değişmez.

Proton sayısı değişmediği için atom numarası değişmez.

Proton ve nötron sayısı değişmediği için $\frac{n}{p}$ oranı değişmez.

Çekirdeğin dışarı attığı parçacık fotondur.

Foton enerji taşıdığı için çekirdek enerji kaybeder.

Bundan dolayı çekirdeğin enerjisi azalır.

Cevap E

## Çözüm 6

Özel görelilik teorisine göre, hareket doğrultusunda olmak şartıyla iki nokta arasındaki mesafeyi ışık hızına yakın bir hızla hareket eden gözlemci, durgun olan gözlemciden daha kısa ölçer. Bundan dolayı uzay gemisindeki gözlemci sarkacın genliğini, Dünya'daki gözlemciye göre daha kısa ölçer.

(I.Doğru)

Sarkacın çalıştırıldığı Dünya eylemsiz referans sistemine göre uzay gemisindeki gözlemci hareketli bir gözlemcidir. Özel görelilik teorisine göre, hareketli gözlemciler için zaman genişlemeye uğrar. Bundan dolayı uzay gemisindeki gözlemci sarkacın periyodunu Dünya'daki gözlemciye göre daha uzun ölçer.

(II.Doğru)

Özel görelilik teorisine göre fizik yasaları tüm eylemsiz referans sistemlerinde aynıdır. Bundan dolayı hem Dünya'daki hem de uzay gemisindeki gözlemciler için fizik yasaları aynıdır.

(III.Yanlış)

Cevap B

## Çözüm 7

Einstein' ın fotoelektrik denklemi,

$E_f = E_0 + E_K$ ifadesinden,

$E = E_0 + 0,8$

$2E = E_0 + 4,8$

$2.(E_0 + 0,8) = E_0 + 4,8$

$2E_0 + 1,6 = E_0 + 4,8$

$E_0 = 3,2$ eV bulunur.

Cevap D

## Çözüm 8

İyonlaştırıcı radyasyon, yüksek enerjili bir radyasyon olduğu için atomdan elektron kopararak atomun iyonlaşmasını sağlar.

(I.Doğru)

İyonlaştırıcı radyasyonun atomları iyonlaştırıcı etkisinden dolayı canlı dokular zarar görebilmektedir.

(II.Doğru)

İyonlaştırıcı radyasyon atomdan elektromanyetik dalga şeklinde yayınlanır. Buna göre, bu radyasyon atom çekirdeğinden yayınlanıyorsa γ ışını şeklinde görülür. Atomun yörüngelerinden yayınlanıyor ise X - ışını şeklinde görülür.

(III.Doğru)

Cevap D

FF Yayın

## Çözüm 9

Yarı iletken maddeler; LED, transistör, diyot, güneş pili gibi yarı iletken teknolojisine sahip ürünlerin yapısında kullanılmaktadır.

Sigortalar yarı iletken teknolojisinin kullanıldığı devre elemanları değildir.

Cevap B

## Çözüm 10

Röntgen cihazlarında elektromanyetik dalgalardan X - ışınları kullanılmaktadır. X - ışınları enine bir dalgadır.

(I.Doğru)

X - ışınları dokulardan geçebilmektedir.

(II.Doğru)

Kemiklerde oluşan kırık ve çatlakların görüntülenmesi röntgen cihazları ile sağlanabilmektedir. Bundan dolayı X - ışınları kemiklerin görüntülenmesinde kullanılır.

(III.Doğru)

Cevap E

# NOTLARIM

# NOTLARIM

# NOTLARIM

# NOTLARIM